การพัฒนาระบบเซ็นเซอร์สภาพแวดล้อมสำหรับการประเมินระบบการตรวจสอบคุณภาพของดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้ IoT และ FOSS4G

Development of environment sensor system for evaluating soil quality monitoring system for maize cultivation using IoT and FOSS4G

กฤตพร เอี่ยมสอิ้ง

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาภูมิศาสตร์

พฤศจิกายน 2562

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาตรีเรื่อง "การพัฒนาระบบเซ็นเซอร์สภาพแวดล้อมสำหรับการประเมินระบบการตรวจสอบคุณภาพของดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้ IoT และ FOSS4G Development of environment sensor system for evaluating soil quality monitoring system for maize cultivation using IoT and FOSS4G" ของ กฤตพร เอี่ยมสอิ้ง เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ พัฒนา ราชวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษาพร้อมทั้งให้คำแนะนำ และให้แนวคิดตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

กราบขอบพนะคุณอาจารย์สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ช่วยให้คำแนะนำในการจัดทำระบบและถ่ายทอดความรู้วิทยาการอันมีคุณค่ายิ่ง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและด้านการดำเนินชีวิตของผู้วิจัย และขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านตลอดจนรุ่นพี่และเพื่อนๆสาขาวิชาภูมิศาสตร์

เหนืออื่นสิ่งใดขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่เปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษา คอยให้หารสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดมา

คุณค่าและคุณประโยขน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบเซ็นเซอร์สภาพแวดล้อมสำหรับการประเมินระบบการตรวจสอบคุณภาพของดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และผู้ที่มีความสนใจไม่มากก็น้อย

กฤตพร เอี่ยมสอิ้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชื่อเรื่อง การพัฒนาระบบเซ็นเซอร์สภาพแวดล้อมสำหรับการประเมินระบบการตรวจสอบคุณภาพของดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยใช้ IoT และ FOSS4G

ผู้วิจัย กฤตพร เอี่ยมสอิ้ง

ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย ชูสำโรง

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ วท.บ. สาขาวิชาภูมิศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562

คำสำคัญ เกษตรอัจฉริยะ, ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, ระบบตรวจวัดและแจ้งเตือน, ดิน

บทคัดย่อ

จากการศึกษาประเด็นสำคัญที่ส่งผลต่อการผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในช่วงของการเพาะปลูก พบว่าเกษตรกรส่วนมากไม่มีการตรวจวัดค่าคุณสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ทราบผลได้อย่างทันท่วงที จำเป็นต้องส่งตรวจสอบที่ห้องปฏิบัติการและทราบผลในอีก 3-4 เดือนเป็นอย่างน้อย ซึ่งไม่ใช่ทางเลือกที่ดี เพราะดินอาจเปลี่ยนคุณสมบัติ ซึ่งในปัจจุบันได้เริ่มมีเทคโนโลยีสมาทฟาร์มเข้ามาช่วยในด้านของภาคการเกษตรเพื่อช่วยลดปัญหาที่เกิดขึ้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนาระบบตรวจวัดและแจ้งเตือนสภาพดินในไร่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบเรียลไทม์ โดยได้ศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งาน วิเคราะห์และออกแบบระบบ พัฒนาระบบต้นแบบทั้งในส่วนของซอฟต์แวร์ซึ่งเชื่อมต่อกับเซนเซอร์อุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรดด่าง และปริมาณธาตุอาหารในดิน โดยผลจากการตรวจสอบจะส่งไปยังคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและแสดงผลบนเว็บในรูปแบบกราฟ แผนภูมิ ตลอดจนระบบสามารถแจ้งเตือนผู้ดูแลฟาร์มผ่านระบบ LINE Notification ในกรณีที่มีค่าสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ระบบที่พัฒนาขึ้นอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยี Wireless Sensor Network (WSN), Internet of Things (IoT) และซอฟต์แวร์รหัสเปิด (FOSS4G) ซึ่งระบบสามารถรองรับจำนวนอุปกรณ์ที่มีเพิ่มในอนาคตได้ ผลการทดลองประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับดี นอกจากนี้เกษตรกรยังเข้าถึงอุปกรณ์ตรวจวัดต้นแบบในราคาที่ยอมรับได้ ในอนาคตสามารถลดต้นทุนของอุปกรณ์ต้นแบบ และยังต่อยอดในระบบอัจฉริยะกับพืชชนิดอื่นได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Title	Development of environment sensor system for evaluating soil quality monitoring system for maize cultivation using IoT and FOSS4G
Author	Krittapon Iamsaing
Advisor	Assistant Professor Dr.Sittichai Choosumrong
Academic Paper	Thesis B.S. Name of Degree in Geography,Naresuan University,2019
Keywords	Smart farm, Mobile Application, maize , Monitoring and Notification System

Abstract

According to the study, the major issue that effects on the field corn productivity in the planting period is found that most of the farmers do not measure the soil quality. In order to get the instant result, it is needed to have an experiment in a laboratory which takes at least 3-4 months to get the results. This is not a good option due to the fact that the soil quality. In the present days, there is an application of smart farm technology in agriculture to reduce that mentioned issue.

This research aims to develops the real-time soil quality measuring and notifying system. This study investigates of users' problems and demands, analysis, and design of the model system software that is connected with temperature, humidity, and Potential of Hydrogen ion sensors, and the amount of nutrient in soil. The measurement results will be transferred to the server and presented through a web site in graphs and charts. The system also notifies the farmers through LINE notification function within an appropriate environment. The developed system is based on wireless sensor network (WSN), Internet of Things (IoT), and open coded software (FOSS4G), that supports the increasing tools in the future. The result of the system performance is found in the good level. In addition, farmers can also access the model measurement tool in a reasonable price. It can reduce the cost of the model tool and adapt into other kinds of plants.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย 3
1.3 ความสำคัญของการวิจัย 3
1.4 ขอบเขตการศึกษา 3
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น 4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 4
1.7 สมมติฐานการวิจัย 6
1.8 กรอบแนวความคิดการวิจัย 6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2
2.1 เอกสารและแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 2
2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพด 2
2.1.2 ระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาข้าวโพด 11
2.1.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังนาให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ 14
2.1.4 GeoServer 18
2.1.5 PostGIS 18
2.1.6 Arduino 18
2.1.7 Arduino IDE 21
2.1.8 รูปแบบการเขียนโปรแกรม 23
2.1.9 JavaScript 25
2.1.10 ข้อดีและข้อเสียของ JavaScript 25
2.1.11 PHP 26
2.1.12 HTML 27

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ **หน้า**

2.1.13 C/C++ 28

2.1.14 ภาษาSQL 32

2.1.15 ภาษาJSON (JavaScript Object Notation) 33

2.1.16 Line Notify 34

2.1.17 Ubuntu 34

2.2 ความรู้เกี่ยวกับฐานข้อมูล 35

2.1 ระบบฐานข้อมูล(Database System) 35

2.2 ระบบภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต 36

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 39

บทที่ 3 **วิธีดำเนินการวิจัย** 2

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 44

3.1.1 ชนิดของเซนเซอร์ที่ใช้พัฒนาระบบ 44

3.1.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ 45

3.1.3 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ 46

3.2 การพัฒนาระบบเซนเซอร์ 46

3.2.1 การออกแบบและหลักการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพของดินสำหรับการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 46

3.2.2 การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัด 46

3.2.3 เซนเซอร์ 47

3.2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 48

3.2.5 การต่อวงจรเซนเซอร์ 50

3.2.6 ชุดคำสั่งข้อมูล 50

3.3 การออกแบบและสร้างฐานข้อมูล Realtime Database 55

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ **หน้า**

3.3.1 การออกแบบฐานข้อมูล 55

3.3.2 การสร้างฐานข้อมูล 56

3.3.2.1 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Windows 56

3.3.2.2 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux 58

3.4 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล 62

3.5 การพัฒนา Web Map Application 65

3.5.1 การออกแบบ Web Map Application 65

3.5.2 การออกแบบโครงสร้างส่วนผู้ใช้งานของ Web Map Application 66

3.5.3 การออกแบบโครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของ Web Map Application 66

3.5.4 การพัฒนา Web Map Application แบบโครงสร้าง MVC (Model View Controller) 67

3.5.5 การพัฒนา Web Map Application บนปฏิบัติการ Windows และ Linux 67

3.6 การพัฒนา Web Application 68

3.6.1 การออกแบบแอพพลิเคชั่นสมาร์ทโฟน 68

3.6.2 การออกแบบโครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของแอพพลิเคชั่น 68

3.6.3 การพัฒนาแอพพลิเคชั่นแบบโครงสร้าง MVC (Model View Controller) 69

3.6.3 การสร้างแอพพลิเคชั่นโดยใช้ Apache Cordova 70

3.7การแจ้งเตือนผ่าน Line Notify 71

3.8 พัฒนาและปรับปรุงระบบ 77

3.8.1 ภาพรวมของระบบ (System Overview) 77

3.8.2 การพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์ 78

3.8.3 การพัฒนาการตรวจสอบและติดตามผลการตรวจวัด 79

บทที่ 4 **ผลการวิจัย** 48

4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์ 48

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Copyright by Naresuan University

All rights reserved

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ **หน้า**

4.2 ผลการเชื่อมต่อฐานข้อมูล 81

4.3 ผลการแจ้งเตือนผ่านไลน์ Line Notify 82

4.4 ผลการทดลอง Web Map Application 84

4.4.1 การเข้าสู่ระบบ 84

4.4.2 การติดตามและตรวจสอบ 85

4.5 ผลการทดลอง Mobile Application 86

บทที่ 5 **บทสรุป** 48

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 48

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนา 91

5.3 อภิปรายผล 91

บรรณานุกรม 93

ภาคผนวก ก. 95

ภาคผนวก ข. **143**

ประวัติผู้วิจัย 146

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

ภาพ 1.1 กรอบแนวความคิดการวิจัย 6
ภาพ 2.1 รากของข้าวโพด 8
ภาพ 2.2 ใบของข้าวโพด 8
ภาพ 2.3 เกสรตัวผู้ 9
ภาพ 2.4 เกสรตัวเมีย 10
ภาพ 2.5 ลำต้นของข้าวโพด 10
ภาพ 2.6 ลักษณะฝักของข้าวโพด 11
ภาพ 2.7 บอร์ด Arduinoต่อกับ LED 19
ภาพ 2.8 ส่วนประกอบของบอร์ด Arduino 20
ภาพ 2.9 ขาต่าง ๆของบอร์ด Arduino UNO R3 21
ภาพ 2.10 โปรแกรมArduino IDE 22
ภาพ 2.11 เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload 23
ภาพ 2.12 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด 23
ภาพ 2.13 กดปุ่ม verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง 24
ภาพ 2.14 Upload โค้ดโปรแกรม 24
ภาพ 2.15 สัญลักษณ์ภาษา C++ 29
ภาพ 2.16 โครงสร้างภาษา c/c++ 30
ภาพ 2.17 LAMP 35
ภาพ 2.18 ประเภทของชั้นข้อมูลทางภูมิศาสตร์ 37
ภาพ 2.19 โครงสร้างข้อมูล 38
ภาพ 3.1 การพัฒนาระบบเซนเซอร์ 47
ภาพ 3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 49
ภาพ 3.3 การต่อวงจรเซนเซอร์ 50
ภาพ 3.4 ชุดคำสั่งเซนเซอร์ 51
ภาพ 3.5 ชุดคำสั่งเซนเซอร์ 52
ภาพ 3.6 ชุดคำสั่งเซนเซอร์ 52
ภาพ 3.7 ชุดคำสั่งเซนเซอร์ 53

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพ 3.8 ชุดคำสั่งเซนเซอร์ 53
ภาพ 3.9 ชุดคำสั่งเซนเซอร์ 54
ภาพ 3.10 ชุดคำสั่งเซนเซอร์ 54
ภาพ 3.11 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลส่วนจัดเก็บข้อมูลเซนเซอร์ 55
ภาพ 3.12 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Windows 56
ภาพ 3.13 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Windows 57
ภาพ 3.14 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Windows 57
ภาพ 3.15 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Windows 58
ภาพ 3.16 OSGeoLive 59
ภาพ 3.17 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux 60
ภาพ 3.18 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux 60
ภาพ 3.19 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux 61
ภาพ 3.20 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux 61
ภาพ 3.21 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux 62
ภาพ 3.22 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลบน windows 63
ภาพ 3.23 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลบน windows 63
ภาพ 3.24 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลบน windows 64
ภาพ 3.25 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลบน windows 64
ภาพ 3.26 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลบน linux 65
ภาพ 3.27 โครงสร้างส่วนผู้ใช้งานของ Web Map Application 66
ภาพ 3.28 โครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของ Web Map Application 66
ภาพ 3.29 โครงสร้าง MVC (Model View Controller) 67
ภาพ 3.30 การออกแบบแอพพลิเคชั่นสมาร์ทโฟน 68
ภาพ 3.31 โครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของแอพพลิเคชั่น 68
ภาพ 3.32 การพัฒนาแอพพลิเคชั่นแบบโครงสร้าง MVC (Model View Controller) 69
ภาพ 3.33 การสร้างแอพพลิเคชั่นโดยใช้ Apache Cordova 70
ภาพ 3.34 การสร้างแอพพลิเคชั่นโดยใช้ Apache Cordova 70
ภาพ 3.35 ไฟล์ Apk. สำหรับติดตั้ง 71
ภาพ 3.36 การเพิ่ม LINE Notify 72

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

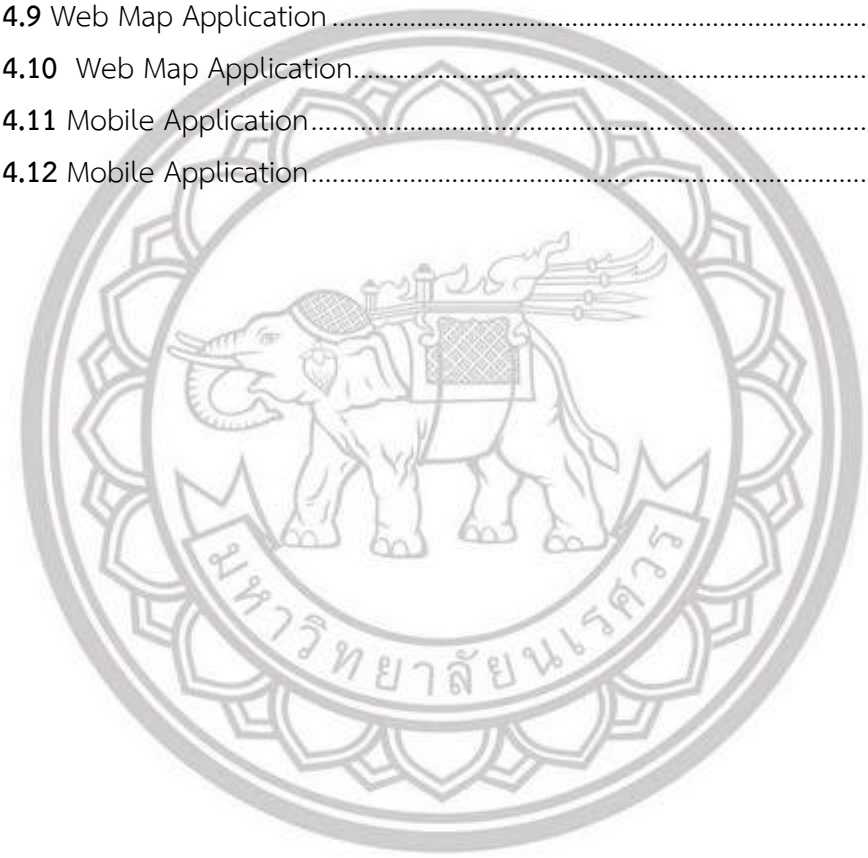
ภาพ 3.37 การขอ Access Token 72
ภาพ 3.38 การขอ Access Token 73
ภาพ 3.39 การขอ Access Token 73
ภาพ 3.40 การขอ Access Token 74
ภาพ 3.41 การขอ Access Token 74
ภาพ 3.42 การส่งการแจ้งเตือนไลน์ผ่าน ESP8266 75
ภาพ 3.43 การส่งการแจ้งเตือนไลน์ผ่าน ESP8266 75
ภาพ 3.44 ผลการแจ้งเตือนไลน์ผ่าน ESP8266 76
ภาพ 3.45 ภาพรวมของระบบ 77
ภาพ 3.46 การพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์ 78
ภาพ 3.47 การพัฒนาการติดตามและตรวจสอบการตรวจวัด 79
ภาพ 3.48 การติดตั้ง ms4w 134
ภาพ 3.49 การติดตั้ง ms4w 134
ภาพ 3.50 การติดตั้ง ms4w 135
ภาพ 3.51 การติดตั้ง ms4w 135
ภาพ 3.52 การติดตั้ง ms4w 136
ภาพ 3.53 การติดตั้ง ms4w 136
ภาพ 3.54 การติดตั้ง ms4w 137
ภาพ 3.55 การทดสอบการติดตั้ง ms4w 137
ภาพ 4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์ 81
ภาพ 4.2 ตารางฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Windows 81
ภาพ 4.3 ตารางฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Linux 82
ภาพ 4.4 ผลการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify 83
ภาพ 4.5 ผลการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify 83
ภาพ 4.6 Web Map Application 84
ภาพ 4.7 Web Map Application 84

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

ภาพ 4.8 Web Map Application 85
ภาพ 4.9 Web Map Application 85
ภาพ 4.10 Web Map Application 86
ภาพ 4.11 Mobile Application 87
ภาพ 4.12 Mobile Application 88



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 1 รายละเอียดของระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพดตามแบบสากล 13
ตารางที่ 2 ชนิดของเซนเซอร์..... 44
ตารางที่ 3 ชุดคำสั่งข้อมูล..... 51
ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียด Value ที่จัดเก็บข้อมูลเซนเซอร์..... 55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบัน IoT ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับหลายสิ่งหลายอย่างทั่วโลก ไม่เว้นแม้แต่ภาคเกษตรกรรม เพื่อวัตถุประสงค์ในการบริหารจัดการฟาร์มอย่างมีประสิทธิภาพโดย ใช้แรงงานคนให้น้อยที่สุด จึงเป็นที่มาของคำว่า เกษตรอัจฉริยะ หรือสมาร์ทฟาร์ม (Smart Farm) ซึ่งได้นำเทคโนโลยี RFID Sensors เข้ามาใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทางการเกษตรต่าง ๆ เพื่อให้อุปกรณ์เหล่านั้น สามารถสื่อสารกับอุปกรณ์ควบคุมหลักได้ เช่น การใช้เซ็นเซอร์วัดข้อมูลต่าง ๆ อย่าง เซ็นเซอร์ตรวจอากาศ (Weather Station) เซ็นเซอร์วัดดิน (Soil Sensor)เซ็นเซอร์ตรวจโรคพืช (Plant Disease Sensor) เซ็นเซอร์ตรวจวัดผลผลิต (Yield Monitoring Sensor) เป็นต้นเซ็นเซอร์เหล่านี้สามารถนำมาวางเป็นระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Sensor Network) โดยนำไปติดตั้งหรือปล่อยในพื้นที่ไร่ เพื่อเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ความชื้นในดิน อุณหภูมิ ปริมาณแสง และสารเคมี เพื่อวางแผนการแก้ปัญหาอย่างแม่นยำ

เทคโนโลยีมือถือ(Mobile Technology)ได้พัฒนาอย่างก้าวกระโดด ด้วยคุณประโยชน์ทางด้านต่าง ๆ ทำให้เทคโนโลยีมือถือก้าวขึ้นมามีบทบาทสำคัญในการทำให้การดำเนินชีวิตของผู้ใช้สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น และนั่นก็ทำให้ผู้บริโภคยอมรับเทคโนโลยีมือถือเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตได้ไม่ยาก ปัจจุบันความสามารถของมือถือไม่เพียงแต่ช่วยให้ผู้บริโภคสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น แต่ยังช่วยให้เกษตรกรสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น คือการนำเทคโนโลยีมือถือเข้ามาปรับใช้กับงานด้านการเกษตร ในด้านของการวางแผนระบบการเกษตรการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นในแปลงเกษตร การติดตามผลเพื่อเฝ้าระวังของผลผลิตของการเกษตร เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เป็นการบูรณาการความรู้และเทคโนโลยีทางด้านการรับรู้จากระยะไกล(Remote Sensing : RS) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) และระบบดาวเทียมนำทางโลก (Global Navigation Satellite System : GNSS) เพื่อประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเป็นวิทยาการที่สำคัญที่หลายหน่วยงานได้นำมาพัฒนาประเทศในหลากหลายด้าน เช่นเกษตร การจราจรและการขนส่ง และ ภัยธรรมชาติ ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศสามารถนำมาประกอบการวางแผนการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Smart farming คือ การนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาผสมผสานเข้ากับงานด้านการเกษตรเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ให้กับเกษตรกร เทคโนโลยีฟาร์มอัจฉริยะนั้นตั้งอยู่บนแนวคิดของการทำเกษตรสมัยใหม่ที่เรียกว่า เกษตรแม่นยำสูง เป็นกลยุทธ์ในการทำการเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยทำให้เกษตรกรสามารถปรับการใช้ทรัพยากรให้สอดคล้องกับสภาพของพื้นที่มากที่สุด รวมไปถึงเรื่องการดูแลอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งแนวคิดนี้สามารถนำไปปรับใช้ได้ทั้งฟาร์มพืชและสัตว์ ฟาร์มอัจฉริยะนี้จะมีความแตกต่างกับฟาร์มธรรมดาอยู่ตรงที่ การใช้ทรัพยากรนั้นทำได้อย่างแม่นยำและตรงต่อความต้องการของพืชและสัตว์ซึ่งช่วยลดการสูญเสียทรัพยากรและได้ผลผลิตที่ออกมาตรงตามความต้องการของผู้ดูแลมากที่สุด
การปลูก

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ข้าวโพดเป็นพืชวันสั้น ปลูกในสภาพวันยาว จะใช้เวลาในการออกดอกและแก่ยาวขึ้น และมีจำนวนใบเพิ่มขึ้น แม้ว่าข้าวโพดเป็นพืชที่มีความสามารถปรับตัวได้กว้าง แต่จะเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิระหว่าง 24-30 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุด สำหรับการงอกที่ 10 องศาเซลเซียส ขณะที่ต้นยังเล็กอยู่ (สูงราว 15 เซนติเมตร) ข้าวโพดสามารถทนทานต่ออากาศหนาวเย็นได้ดี แต่เมื่อโตขึ้นจะไม่ทนทานต่อสภาพอากาศดังกล่าวข้าวโพดเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูง ดินที่เหมาะสำหรับการปลูกข้าวโพดควรมี pHระหว่าง 5.5-7 อุณหภูมิในดินที่เหมาะสมในการเพาะปลูกระหว่าง 20-30 องศา และค่าความชื้นในดินจะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิในดิน ดินเป็นปัจจัยสำคัญในการเจริญเติบโตของพืชซึ่งส่งผลต่อผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ปัญหาที่ส่งผลต่อผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีทั้งทางด้านกายภาพ และปัจจัยในดินอาทิเช่น อุณหภูมิ ความชื้นและค่าpH ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เมื่อมีค่าที่ไม่เหมาะสมจะส่งผลต่อผลผลิตอาจทำให้ผลผลิตลดลง แต่เนื่องจากเกษตรกรไม่สามารถตรวจสอบคุณภาพดินได้โดยตรงเพื่อวางแผนควบคุมป้องกันกับปัญหาของดิน ระยะเวลาที่เกษตรกรจะรับรู้ว่าดินบริเวณที่ปลูกข้าวโพดมีปัญหาก็ต่อเมื่อต้นข้าวโพดแสดงลักษณะที่ผิดปกติหรือตายจึงเป็นปัญหาที่เกษตรกรยังไม่มีเทคโนโลยีเข้ามาเพื่อช่วยในการวางแผนในการป้องการเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ระบบสมาร์ทฟาร์มจะบูรณการข้อมูล Microclimate และ Macroclimate จากเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย(Wireless Sensor Networks) ที่ติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ภายในไร่นา (ข้อมูล อุณหภูมิ ความชื้น ในดินและในอากาศแสง ลม น้ำฝน) กับข้อมูลอุตุนิยมวิทยา Macroclimate (เรดาร์ ข้อมูลดาวเทียม โมเดลสภาพอากาศ) ที่มีอยู่บนอินเตอร์เน็ต และนำเสนอต่อเกษตรกร เจ้าของไร่ ผ่านทางเว็บไซต์ โดยจะมีการเก็บข้อมูลเป็นฐานข้อมูลของไร่เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ และ ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ การวางแผนการเพาะปลูก การให้น้ำ ให้ปุ๋ย ได้อย่างถูกต้องแม่นยำจากข้อมูลGPS

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบสมาทฟาร์มเพื่อเฝ้าระวังและติดตามปัญหาภายในไร่เกษตรกรได้อย่างแม่นยำ ลดระยะเวลาของเกษตรกรที่ไม่ต้องลงตรวจสอบพื้นที่ด้วยตัวเองโดยตรวจสอบจากฮาร์ดแวร์ โทรศัพท์หรือคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน ที่แสดงข้อมูลจากผลการวิเคราะห์จากเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งภายในไร่เพื่อให้เกษตรกรวางแผนการแก้ปัญหาภายในไร่

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

พัฒนาระบบเซนเซอร์ตรวจสอบคุณสมบัติของดินแบบ Real-Time สำหรับเฝ้าระวังและติดตามการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อาจได้รับผลกระทบจากการดูดซึมจากธาตุอาหารที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากผิวดินบริเวณเพาะปลูกอาจะมีอุณหภูมิและความชื้นที่สูงหรือต่ำจนเกินไป

1.3 ความสำคัญของการวิจัย

การนำเทคโนโลยีระบบRFIDเซนเซอร์เข้ามาช่วยในการประเมินตรวจสอบสภาพแวดล้อมของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากระบบเซนเซอร์สามารถแจ้งเตือนผลการตรวจวัดค่าต่าง ๆของดินที่ใช้ในการเพาะปลูกได้ในระบบ Real-time ซึ่งค่าที่วัดได้จะบ่งชี้ถึงคุณภาพของดินว่ามีค่าความเหมาะสมหรือไม่สำหรับการเพาะปลูก ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวางแผนการผลิตของเกษตรกร และการวางแผนป้องกันการเกิดปัญหาในช่วงระยะของการเพาะปลูก จากการนำระบบเซนเซอร์ติดตั้งภายในแปลงเพาะปลูก จากแปลงวิจัยโครงการการประเมินการเจริญเติบโตและสถานะไนโตรเจนสำหรับการใส่ปุ๋ยแบบผันแปรอัตรา ในการผลิตข้าวโพดโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เมื่อได้ค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ จึงนำค่าที่ได้มาทำวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมตามปัจจัยต่าง ๆ ในการเพาะปลูก ซึ่งจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรที่ทำการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากนั้นทำแอพพลิเคชั่นและพัฒนาหน้าเว็บแบบออนไลน์เพื่อให้ผู้ที่สนใจได้ศึกษาต่อไป

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.4.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

แปลงวิจัยโครงการการประเมินการเจริญเติบโตและสถานะไนโตรเจนสำหรับการใส่ปุ๋ยแบบผันแปรอัตราในการผลิตข้าวโพดโดยใช้อากาศยานไร้คนขับ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1.4.2 ขอบเขตด้านการศึกษา

ในงานวิจัยนี้จัดทำอุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดวัดคุณสมบัติของดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แบบ Real-Time เพื่อทดสอบการรับส่งค่า และจากแจ้งเตือนจากเซนเซอร์จำนวน 1 ชุด

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

การศึกษาครั้งนี้ใช้ระบบเซนเซอร์ในการวัดค่าของดินเป็นปัจจัยหลักที่ใช้สำหรับทำระบบการแจ้งเตือนความเหมาะสมภายในแปลงเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

sensor คืออุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง การสัมผัสเป็นต้น ปัจจุบันมีการนำระบบ sensor มาใช้บนโทรศัพท์มือถือ ในหลายรูปแบบ เช่น G-sensor ระบบตรวจจับความเลื่อนไหว , Accelerometer Sensor ระบบหมุนภาพอัตโนมัติ, Orientation Sensor เซ็นเซอร์ปรับมุมมองหน้าจอ, Sound Sensor เซ็นเซอร์ตรวจวัดระดับเสียง, Magnetic Sensor ตรวจวัดความเข้มสนามแม่เหล็ก, Light Sensor ตรวจจับแสงสว่างสำหรับการปรับแสงบนหน้าจออัตโนมัติ และ Proximity Sensor ระบบเปิด/ปิดหน้าจออัตโนมัติขณะสนทนาแนบหู เป็นต้น ซึ่งเรามักพบคุณสมบัติเหล่านี้ได้กับโทรศัพท์มือถือ แบบ smartphone ทั้งในระบบ iOS และ Android

Mobile Technology สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต ทำให้เกิดการใช้งานไอทีของผู้บริโภคมากขึ้นอย่างมหาศาล อุปกรณ์เคลื่อนที่เหล่านี้กลายเป็นอุปกรณ์หลักที่คนทั่วไปใช้เข้าถึงข้อมูล ข่าวสารผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต Mobile Technology นี้ได้ช่วยลดช่องว่างเชิงดิจิทัลทำให้ผู้คนทุกเพศ ทุกวัย สามารถที่จะเข้าถึงอินเตอร์เน็ตและใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น

Mobile Application ประกอบขึ้นด้วยคำสองคำ คือ Mobile กับ Application มีความหมายดังนี้ Mobile คืออุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการพกพา ซึ่งนอกจากจะใช้งานได้ตามพื้นฐานของโทรศัพท์แล้ว ยังทำงานได้เหมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่พกพาได้จึงมีคุณสมบัติเด่น คือ ขนาดเล็กน้ำหนักเบาใช้พลังงานค่อนข้างน้อย ปัจจุบันมักใช้ทำหน้าที่ได้หลายอย่างในการติดต่อแลกเปลี่ยนข่าวสารกับคอมพิวเตอร์สำหรับ Application หมายถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อช่วยการทำงานของผู้ใช้ (User) โดย Application จะต้องมีสิ่งที่เรียกว่า ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface หรือ UI) เพื่อเป็นตัวกลางการใช้งานต่าง ๆ Mobile Applicationเป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือแท็บเล็ตโดยโปรแกรมจะช่วยตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยังสนับสนุนให้ผู้ใช้โทรศัพท์ได้ใช้ง่ายยิ่งขึ้น ในปัจจุบันโทรศัพท์มือหรือ สมาร์ทโฟน มีหลายระบบปฏิบัติการที่พัฒนาออกมาให้ผู้บริโภคใช้ ส่วนที่มีคนใช้และเป็นที่นิยมมากก็คือ ios และ Android จึงทำให้เกิดการเขียนหรือพัฒนา Application ลงบนสมาร์ทโฟนเป็นอย่างมาก อย่างเช่น แผนที่

PhoneGap คือ Mobile Application Development Framework หรือเครื่องมือที่ช่วยให้เราสามารถสร้าง Application บนมือถือได้อย่างง่าย โดยที่เราสามารถสร้าง Application ด้วย ภาษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

HTML หรือ HTML5 หรือ JavaScript แล้ว PhoneGap จะทำการแปลงให้เป็น Mobile Application ได้หลากหลาย Platform อาทิเช่น iOS, Android, BlackBerry, Symbian, webOS, bada, Windows Phone

Apache Cordova คือ (แพลทฟอร์ม) ที่รับหน้าที่ สร้าง application (แอพพลิเคชั่น) โดยใช้ภาษาHTML (เอช ที เอ็ แอล),CSS3(ซี เอส เอส) และ JS (เจ เอส) นั้นก็คือ แค่เราเขียน Web (เว็บ) เป็นเราก็สามารถทำ Application ได้ ซึ่งการเขียน App Android (แอพ แอนดรอยด์) จากภาษา Java (จาวา)มีความซับซ้อน แต่ปัจจุบันเพียงมี Technology (เทคโนโลยี) นี้จะสามารถทำให้ง่ายยิ่งขึ้น ความพิเศษของการสร้าง App แบบ Cordova คือเราเขียน Code (โค้ด) แบบเดียวสามารถ Build (บิลด์) เป็น Application ได้แทบทุก Operation System (OS)กล่าวคือเราเขียน web ครั้งเดียวก็สามารถเลือกได้ว่าอยากให้ออกมาเป็น App ของ OS อะไร

Internet of Things (IoT) คือ "อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง" หมายถึง การที่อุปกรณ์ต่าง ๆ สิ่งต่าง ๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเตอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (การสั่งการเปิดไฟฟ้าภายในบ้านด้วยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุม เช่น มือถือ ผ่านทางอินเตอร์เน็ต) รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทางการเกษตร อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

เกษตรอัจฉริยะ (Smart Farm) เป็นรูปแบบการท าเกษตรแบบใหม่ที่จะทำให้ การทำไร่ทำนามีภูมิคุ้มกันต่อสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการนำเอาข้อมูลของภูมิอากาศทั้งในระดับพื้นที่ย่อย (Microclimate) ระดับไร่ (Mesoclimate) และระดับมหภาค (Macroclimate) มาใช้ในการบริหารจัดการดูแลพื้นที่เพาะปลูกเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพอากาศที่เกิดขึ้น รวมถึงการเตรียมพร้อมรับมือกับสภาพอากาศที่จะเปลี่ยนแปลงไปในอนาคต

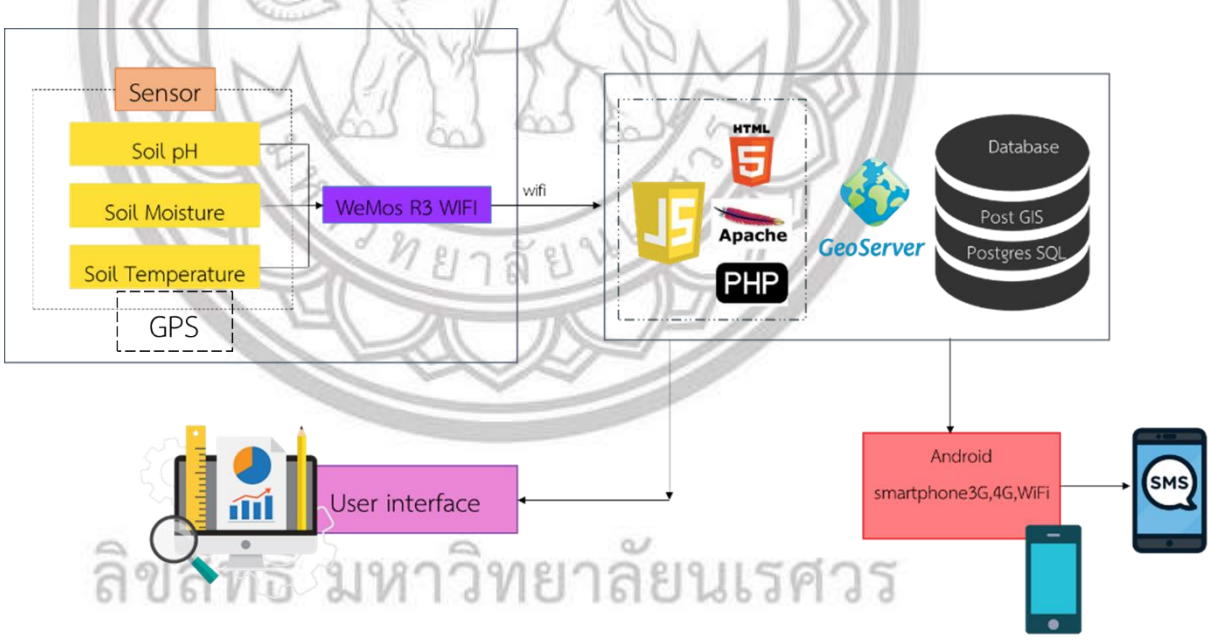
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า ซีเมส์ (Zea mays) เป็นพืชตระกูลเดียวกับหญ้า มีลำต้นสูง โดยเฉลี่ย 2.2 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น 0.5-2.0 นิ้ว ถิ่นกำเนิดก็คือ ได้มีการขุดพบซังข้าวโพดและซากของต้นข้าวโพดที่ใกล้แม่น้ำในนิวเม็กซิโก (แถบอเมริกาใต้) และปัจจุบันนิยมปลูกแพร่หลายในแถบอเมริกา แคนาดา ฯลฯ สามารถปลูกได้ในสภาพที่ภูมิอากาศแตกต่างกันมาก ๆ เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของสัตว์ เพราะสามารถนำมาเลี้ยงสัตว์ได้ทั้ง ต้น ใบ และเมล็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

1.7 สมมติฐานการวิจัย

การพัฒนาระบบเซนเซอร์สภาพแวดล้อมสำหรับการประเมินระบบการตรวจสอบข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ทำให้ทราบค่าที่วัดได้ภายในแปลงเพาะปลูก ที่สามารถแจ้งเตือนค่าที่วัดได้ผ่านLine และสามารถติดตามผลการตรวจวัดผ่าน Mobile Application และเว็บไซต์ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนการป้องกันในช่วงระยะของการเพาะปลูก สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น

1.8 กรอบแนวความคิดการวิจัย



ภาพ 1.1 กรอบแนวความคิดการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากปัญหาที่มาและความสำคัญ ทำให้ผู้วิจัยให้ความสนใจในที่มาและปัญหา ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า แนวคิดทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเทคนิคต่าง ๆที่เกี่ยวข้องเพื่อประยุกต์ใช้กับงานวิจัย ซึ่งผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาวิทยานิพนธ์ บทความงานวิจัย แนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ มาใช้เป็นแนวทางงานวิจัยเรื่องการพัฒนา ระบบเซนเซอร์ตรวจวัดคุณสมบัติของดิน เพื่อติดตามการประเมินผลผลิตของการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ด้วย IoT และ FOSS4G ดังนี้

2.1 เอกสารและแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวโพด

ข้าวโพด

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Zea mays Linn.

ชื่อวงศ์ : Gramineae

ชื่อสามัญ : Maize, corn

ถิ่นกำเนิด : ทวีปอเมริกา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ราก

รากแรกที่ออกมาจากคัพภะ (embryo) เป็นรากชั่วคราวเรียกว่า ไพรมารี (primary) หรือ เซมินัล (seminal) หลังจากข้าวโพดเจริญเติบโตได้ประมาณ ๗-๑๐ วัน รากถาวรจะงอกขึ้นรอบ ๆ ข้อปลายๆ ในระดับใต้พื้นดินประมาณ ๑-๒ นิ้ว รากถาวรนี้ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะแผ่ออกไปโดยรอบประมาณ ๑๐๐ เซนติเมตร และแทงลึกลงไปในดินแนวดิ่งยาวมากซึ่งอาจยาวถึง ๓๐๐ เซนติเมตร รากของข้าวโพดเป็นระบบรากฝอย (fibrousroot system) นอกจากรากที่อยู่ใต้ดินแล้ว ยังมีรากยึดเหนี่ยว (bracer root) ซึ่ง

เกิดขึ้นรอบ ๆ ข้อที่อยู่ใกล้ผิวดินและบางครั้งรากพวกนี้ยังช่วยหยั่งยึดพื้นดินอีกด้วย(พิเชษฐ์ กรุดลอยมา และสุรพงษ์ ประสิทธิ์วัฒนเสวี, 2547)

ภาพ 2.1 รากของข้าวโพด

ใบ

ข้าวโพดมีใบลักษณะยาวรี คล้ายพืชตระกูลหญ้าทั่วไป ประกอบด้วยตัวใบ กาบใบ และเขี้ยวใบลักษณะของใบรวมทั้งสีของใบแตกต่างกันไป แล้วแต่ชนิดของพันธุ์ บางพันธุ์ใบสีเขียว บางพันธุ์ใบสีม่วงและบางพันธุ์ใบลายจำนวนใบก็เช่นเดียวกันอาจมีตั้งแต่ ๘-๔๘ ใบ

ภาพ 2.2 ใบของข้าวโพด

ลิขสิท
Copyright
rsity
A

ดอก

ข้าวโพดจัดเป็นพวกโมโนอิเซียส (monoecious) คือ มีดอกตัวผู้ และดอกตัวเมียแยกอยู่ในต้นเดียวกัน ช่อดอกตัวผู้ (tassel) อยู่ตอนบนสุดของลำต้น ดอกตัวผู้ดอกหนึ่งจะมีอับเกสร (anther) ๓ อับ แต่ละอับจะมีเรณูเกสร(pollen grain) ประมาณ ๒,๕๐๐ เม็ด ดังนั้นข้าวโพดต้นหนึ่ง จึงมีเรณูเกสรอยู่เป็นจำนวนหลายล้าน และสามารถปลิวไปได้ไกลกว่า ๒,๐๐๐ เมตร ส่วนดอกตัวเมียอยู่รวมกันเป็นช่อ เกิดขึ้นตอนข้อกลางๆ ล าต้น ต้นหนึ่งอาจมีหลายช่อแล้วแต่ชนิดพันธุ์ ดอกตัวเมียแต่ละดอกประกอบด้วยรังไข่ (ovary) และเส้นไหม (silk หรือ style) ซึ่งมีความยาวประมาณ ๕-๑๕ เซนติเมตร และยื่นปลายโผล่ออกไปรวมกันเป็นกระจุกอยู่ตรงปลายช่อดอกซึ่งมีเปลือกหุ้มอยู่ ดอกพวกนี้พร้อมที่จะผสมพันธุ์ หรือรับละอองเกสรได้เมื่อเส้นไหมโผล่ออกมา หลังจากได้รับการผสมเส้นไหมจะแห้งเหี่ยว และรังไข่เจริญเติบโตเป็นเมล็ด ช่อดอกตัวเมียที่รับการผสมแล้วเรียกว่า ฝัก (ear) แต่ละฝักอาจมีเมล็ดมากถึง ๑,๐๐๐ เมล็ด แกนกลางของฝักเรียกว่า ซัง (cob)

ภาพ 2.3 เกสรตัวผู้ของดอกข้าวโพด

ยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพ 2.4 เกสรตัวเมียของดอกข้าวโพด

ลำต้น

ข้าวโพดมีลำต้นแข็ง ไส้แน่นไม่กลวง มีความยาวตั้งแต่ ๓๐ เซนติเมตร จนถึง ๘ เมตร แล้วแต่ชนิดของพันธุ์ ตามลำต้นมีข้อ (node) และปล้อง (internode) ปล้องที่อยู่ในดิน และใกล้ผิวดินสั้น และจะค่อยๆ ยาวขึ้นไปทางด้านปลาย ปล้องเหนือพื้นดินจะมีจำนวนประมาณ ๘-๒๐ ปล้อง พันธุ์ข้าวโพดส่วนมากลำต้นสดมีสีเขียว แต่บางพันธุ์มีสีม่วง ข้าวโพดแตกกอไม่มากนัก ส่วนมากไม่แตกกอทั้งนี้ แล้วแต่ชนิดพันธุ์ และสิ่งแวดล้อม ข้าวโพดที่แตกกอได้ ๓-๔ ต้น เช่น ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดที่ปลูกในที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลมาก ๆ อาจแตกกอได้ตั้งแต่ ๗-๑๐ต้น

ภาพ 2.5 ลำต้นของข้าวโพด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright by Chiang Mai University
All rights reserved

ฝักและเมล็ด

เป็นข้าวโพดที่มีลักษณะเมล็ดค่อนข้างแข็งแรง กลม เรียบ หัวไม่บุบ เพราะมีแป้งชนิดอ่อนอยู่ตรงกลางแต่ ด้านนอกถูกห่อหุ้มด้วยแป้งชนิดแข็ง เมื่อตากให้แห้งจึงไม่หดตัว มีขนาดฝักและจำนวนแถวน้อยกว่าชนิดหัวบุบ

ภาพ 2.6 ลักษณะฝักของข้าวโพด

2.1.2 ระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาข้าวโพด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาของข้าวโพด เริ่มตั้งแต่ระยะเริ่มงอกถึงระยะเก็บเกี่ยว ซึ่งรวมอายุได้ประมาณ 100-120 วัน ข้าวโพดที่เจริญเติบโตสมบูรณ์จะมีใบ 16-18 ใบ และออกไหมเมื่ออายุประมาณ 55-60 วันการจำแนกระยะการเจริญเติบโตมี 2 ระบบคือ

Copyright by Naresuan University

ก. การจำแนกระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพดตามช่วงการเจริญเติบโต ซึ่งแบ่งออกดังนี้

All rights reserved

1. ระยะการเจริญเติบโตทางล าต้นและใบ (vegetative stage) เป็นระยะเริ่มตั้งแต่ที่ coleoptile โผล่พ้นดินจนถึงระยะออกดอกตัวผู้ ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 45-55 วัน ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุกรรมของข้าวโพดและสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะอุณหภูมิ

2. ระยะออกดอก (flowering stage) เป็นระยะตั้งแต่ดอกตัวผู้บาน จนถึงระยะที่ไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝัก ตลอดจนระยะผสมเกสรใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 5-15 วัน

3. ระยะการสะสมน้ำหนักเมล็ด (grain filling) เป็นระยะที่เมล็ดมีการสะสมแป้งในเมล็ด จนถึงระยะที่เมล็ดหยุดการพัฒนาใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 35-45 วัน ระยะนี้แบ่งได้ 2 ระยะคือระยะน้ำนม (early milk และ late milk stage) ระยะแป้งอ่อน (dough stage)

4. ระยะการสุกแก่ทางสรีระ (physiological maturity) เป็นระยะที่มีชั้นเนื้อเยื่อสีด า (black layer) ปรากฏที่ส่วนโคนของเมล็ด การสะสมน้ำหนักแห้งจะสิ้นสุดลงเป็นระยะที่ข้าวโพดมีน้ำหนักแห้งสูงสุด

5. ระยะสุกแก่เก็บเกี่ยว (harvest maturity) เป็นระยะที่ต้นและใบของข้าวโพด รวมทั้งกาบหุ้มฝักแห้งฝักคลายตัวจากกาบหุ้ม เมล็ดมีการลดความชื้นอย่างต่อเนื่องตามสภาพอุณหภูมิและความชื้นของบรรยากาศ

ข. การจำแนกระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพดตามแบบสากล

การจำแนกระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพดตามการพิจารณาของส่วนต่าง ๆ ของข้าวโพดได้แบ่งออกเป็น 2 ระยะคือ การเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative, V) และระยะการเจริญเติบโตทางการเจริญพันธุ์ (reproductive, R)

ระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นจะเริ่มจากระยะงอก (emergence, VE) และเริ่มนับระยะ V1, V2, V3 จนถึง Vn เมื่อข้าวโพดมีใบที่กางสมบูรณ์ (ปรากฏ leaf collar) ใบที่ 1,2,3,และ n ใบ ตามลำดับ จนถึงระยะ VT ที่ปรากฏช่อดอกตัวผู้ ส่วนระยะการเจริญพันธุ์จะเริ่มตั้งแต่ระยะ R1 (ออกไหม) R2 (กำเนิดเมล็ด) จนถึงระยะ R7 (harvest maturity) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 2.1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ตารางที่ 1 รายละเอียดของระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพดตามแบบสากล

ระยะการเจริญเติบโต	รายละเอียด
การเจริญเติบโตทางลำต้น	
VE	จำนวนต้น 50% ที่ Coleoplile โผล่พ้นดิน
V1	จำนวนต้น 50% ที่ใบที่ 1 กางสมบูรณ์
V2	จำนวนต้น 50% ที่ใบที่ 2 กางสมบูรณ์
V3	จำนวนต้น 50% ที่ใบที่ 3 กางสมบูรณ์
V4	จำนวนต้น 50% ที่ใบที่ 4 กางสมบูรณ์
V5	จำนวนต้น 50% ที่ใบที่ 5 กางสมบูรณ์
V6	จำนวนต้น 50% ที่ใบที่ 6 กางสมบูรณ์
Vn	จำนวนต้น 50% ที่ใบที่ n กางสมบูรณ์
VT	จำนวนต้น 50% ที่ปรากฏกิ่งสุดท้ายของช่อดอกตัวผู้
การเจริญเติบโตทางการเจริญพันธุ์	
R1	จำนวนต้น 50% ที่ปรากฏไหมโผล่พ้นกาบหุ้มฝัก (ระยะออกไหม, silking)
R2	จำนวนต้น 50% ที่เมล็ดบนฝักเริ่มมีของเหลวภายใน ใส (ระยะเมล็ดเจริญ, blister) ใช้เวลา 10-14 วันหลังวันออกไหม
R3	จำนวนต้น 50% ที่เมล็ดบนฝักปรากฏสีเหลือง, ภายในเมล็ดเป็นน้ำนมสีขาว (ระยะน้ำนม, milky) ใช้เวลา 18-22 วัน หลังวันออกไหม
R4	จำนวนต้น 50% ที่เมล็ดเริ่มเป็นแป้ง (ระยะแป้งอ่อน, dough) ใช้เวลา 24-28 วันหลังวันออกไหม
R5	จำนวนต้น 50% ที่แป้งภายในเมล็ดหดตัว (ระยะแป้งแข็ง, dent) ใช้เวลา 35-42วัน หลังวันออกไหม
R6	จำนวนต้น 50% ที่เมล็ดเกิดชั้นเนื้อเยื่อสีด า ที่ส่วนโคนของเมล็ด (ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา, physiological maturity) เมล็ดหยุดการเจริญเติบโต ใช้เวลาตั้งแต่ 45 วัน หลังวันออกไหม
R7	จำนวนต้น 50% ที่เมล็ดพร้อมจะเก็บเกี่ยว (ระยะสุกแก่เก็บเกี่ยว harvest maturity)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.1.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์หลังนาให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพ

1. การเลือกพื้นที่ปลูก

ควรเลือกพื้นที่ที่มีแหล่งน้ำเพียงพอตลอดฤดูกาลปลูก หลีกเลี่ยงพื้นที่ ราบลุ่มต่ำและระบายน้ำยาก

วันปลูก

ควรกำหนดวันปลูกข้าวโดยการกำหนดวันปลูกข้าวโพดไว้ล่วงหน้า เช่น หากต้องการปลูกข้าวโพดในเดือนตุลาคม จะต้องปลูกข้าวในเดือนมิถุนายน หรือ ถ้าปลูกล่าช้า เกษตรกรจะต้องเก็บเกี่ยวข้าวให้เสร็จภายในเดือน พฤศจิกายน หากเก็บเกี่ยวในเดือนธันวาคม จะทำให้ปลูกข้าวโพดล่าช้าถึงเดือนมกราคม ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวโพด

วันปลูกที่เหมาะสมของข้าวโพดในฤดูแล้ง คือ เดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม ซึ่งหากปลูกได้เร็วจะทำให้ต้นข้าวโพดมีการเจริญเติบโตดี และระยะออกดอกไม่ตรงกับช่วงที่อุณหภูมิสูง การปลูกข้าวโพดในช่วงนี้ในปีที่มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ จะทำให้ข้าวโพดงอกช้ากว่าปกติ หรือแสดงอาการใบสีม่วงคล้ายขาดปุ๋ยฟอสฟอรัสในระยะต้นกล้า (ดร.สมชาย บุญประดับ, 2555)

2. สภาพดินฟ้าอากาศ

เนื่องจากข้าวโพดมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมสูงมาก จึงพบว่าข้าวโพดสามารถปลูกได้ในส่วนต่าง ๆ ของโลก ซึ่งมีสภาพดินฟ้าอากาศแตกต่างกันมาก ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 50 องศาเหนือ ไปจนถึง เส้นรุ้ง 50 องศาใต้ และที่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลไปจนถึงที่สูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 1,000 เมตร

ข้าวโพดเป็นพืชวันสั้น ปลูกในสภาพวันยาว จะใช้เวลาในการออกดอกและแก่ยาวขึ้น และมีจำนวนใบเพิ่มขึ้น แม้ว่าข้าวโพดเป็นพืชที่มีความสามารถปรับตัวได้กว้าง แต่จะเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิระหว่าง 24-30องศาเซลเซียล และอุณหภูมิต่ำสุด สำหรับการงอกที่ 10 องศาเซลเซียล ขณะที่ต้นยังเล็กอยู่ (สูงราว 15เซนติเมตร) ข้าวโพดสามารถทนทานต่ออากาศหนาวเย็นได้ดี แต่เมื่อโตขึ้นจะไม่ทนทานต่อสภาพอากาศดังกล่าว ข้าวโพดเป็นพืชที่ต้องการไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียมสูง ดินที่เหมาะสำหรับการปลูกข้าวโพดควรมี pHระหว่าง 5.5-7 (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

3. ฤดูปลูก

สำหรับประเทศไทย การปลูกข้าวโพดส่วนใหญ่เป็นข้าวโพดไร่ปลูกแบบอาศัยน้ำฝน ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการปลูกและการให้ผลผลิต ของข้าวโพดจึงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและการกระจายของฝนที่ตกตลอดฤดูปลูกสำหรับเขตชลประทาน สามารถปลูกข้าวโพด ได้ตลอดปี โดยทั่วไปการปลูกต้นฤดูฝน (เมษายน – พฤษภาคม)มักจะได้ผลผลิตดีกว่า ไม่มีโรคราน้ำค้างระบาดและปัญหาวัชพืช น้อยกว่าปลูกปลายฤดูฝน (กรกฎาคม – สิงหาคม)แต่มีข้อเสียคือ ในระยะเก็บเกี่ยวจะมีฝนชุก ทำให้ข้าวโพดชื้น จะเกิดปัญหา สารอะฟลาทอกซิน เพราะตากข้าวโพดไม่แห้ง แต่ปลูกปลายฤดูฝน จะมีปัญหาเตรียมดินไม่สะดวกเพราะฝนชุกและโรคต้นกล้าเน่า (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559)

4. การเตรียมดิน

วัตถุประสงค์ของการเตรียมดิน เพื่อให้ผิวดินอ่อนตัว และห่อหุ้มเมล็ดข้าวโพดให้ชื้นอยู่เสมอ และให้ดินมี อากาศถ่ายเทสะดวก และทำลายเหง้าวัชพืชให้แห้งตายและฝังกลบซากวัชพืชเดิมให้จมดิน การไถพรวนควรไถอย่างน้อย 2 ครั้ง ภายใต้หลักการ ไถดะให้ลึก ไถแปรให้ดินแตกละเอียด

1. ไถดะ เพื่อเปิดหน้าดิน ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้รถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ติดผาน 3 หรือ 4 หรือไถหัวหมูเพื่อพลิกหน้าดินและกลบเศษพืชและวัชพืช โดยทั่วไปจะไถที่ความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร ตากดินไว้ประมาณ 10-15 วันเพื่อทำลายวัชพืชและศัตรูพืชในดินบางชนิด

2. ไถแปร ควรไถด้วยผาน 7 โดยไถขวางรอยเดิมของไถดะเพื่อย่อยดินก้อนใหญ่ให้แตก ทำให้ดินมีความร่วนซุยมากยิ่งขึ้น เพื่อให้เมล็ดพันธุ์งอกได้อย่างสม่ำเสมอ (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2559)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

5. การปลูกและระยะปลูก ทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1. ใช้เครื่องปลูก เลือกรูจานหยอดให้เหมาะกับขนาดของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งจะระบุไว้ที่ถุง โดยทั่วไปจะใช้ระยะห่างระหว่างแถว 75 ซม. ระยะระหว่างหลุมประมาณ 20-25 ซม. โดยปริมาณเมล็ดที่ใช้จะประมาณ 3-3.5กก./ไร่ และ จะมีจำนวนต้นข้าวโพด/ไร่ ประมาณ 8,533-10,600 ต้นต่อไร่ ควรหยอดเมล็ดข้าวโพดให้ลึก 2.5-3นิ้ว

2. ใช้คนปลูก จะใช้เชือกในการกำหนดระยะให้มีระยะห่างระหว่างร่องประมาณ 75 ซม. แล้วใช้จอบขุดหยอดเมล็ด 1-3 เมล็ดแล้วกลบ โดยจำนวนเมล็ดที่หยอดและระยะห่างระหว่างหลุม ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ว่า สายพันธุ์นั้นเหมาะกับการปลูกถี่ได้ดีเพียงใด (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559)

6. การใส่ปุ๋ย

ควรมีการใส่ปุ๋ยให้ต้นข้าวโพด เพื่อให้มีธาตุอาหารใช้ในการสร้างผลผลิตให้เพิ่มขึ้น ซึ่งการใส่ปุ๋ยควรแบ่งใส่ 2 ครั้ง

1. ปุ๋ยรองพื้น ควรใส่รองก้นหลุมหรือโรยเป็นแถวแล้วกลบพร้อมปลูก ถ้าใช้เครื่องปลูกจะมีถังสำหรับใส่ปุ๋ยพร้อมอยู่แล้ว ถ้าปลูกด้วยมือ ควรหยอดปุ๋ยที่ก้นหลุมแล้วกลบดินบาง ๆ ก่อนหยอดเมล็ด ไม่ควรให้ปุ๋ยสัมผัสกับเมล็ดโดยตรง เพราะอาจทำให้เมล็ดเน่าได้ ปุ๋ยรองพื้นที่ใช้ อาจใช้สูตร 16 – 20 – 0, 15 – 15 – 15 , 20 – 20 –0 หรือสูตรอื่น ๆ ตามความเหมาะสมถ้าเป็นไปได้ ควรมีการวิเคราะห์ดิน เพื่อหาสูตรปุ๋ยที่เหมาะกับพื้นที่ โดยปุ๋ยรองพื้น ควรใส่อัตราประมาณ 25 – 30 กิโลกรัม/ไร่

2. ปุ๋ยแต่งหน้า หลังจากปลูกประมาณ 25 – 30 วัน ควรมีการใส่ปุ๋ยอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้ปุ๋ยยูเรีย (46 – 0 –0) โรยข้างต้นในอัตรา 20 – 25 กิโลกรัม/ไร่ ใส่ขณะดินมีความชื้นหรือใส่แล้วกลบด้วยเครื่องทำรุ่นพูนโคน(สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559)

7. การป้องกันและกำจัดวัชพืช

1. หลังจากปลูกข้าวโพด ก่อนข้าวโพดงอก (และก่อนหญ้างอกหรือหญ้างอกต้นเล็กไม่เกิน 3 ใบ) ให้พ่นสารควบคุมวัชพืชขณะดินชื้น โดยใช้สารอาทราซิน อัตรา 500 กรัม / ไร่ หรืออะลาคลอร์ อัตรา 600 ซีซี / ไร่ หรือใช้ทั้งสองอย่างรวมกันโดยใช้อาทราซีน 350 กรัม + อะลาคลอร์ 500 กรัม / ไร่

2. ควรมีการทำรุ่นพูนโคน เมื่อข้าวโพดอายุประมาณ 25 – 30 วัน เพื่อเป็นการกำจัดวัชพืชที่งอกใหม่ โดยการใช้ผานหัวหมู หรือใช้จอบถาก

3. การกำจัดวัชพืช ถ้ามีวัชพืชในแปลงข้าวโพดมากอาจใช้สารพาราควอท(กรัมม็อกโซน) ฉีดพ่นเพื่อฆ่าหญ้า โดยใช้อัตรา 80 ซีซี / น้ำ 20 ลิตร (8 ช้อนแกง / น้ำ 1 ปี๊บ) ทั้งนี้การฉีดพ่นจะต้องใช้ด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Copyright© by Kasetsart University
All rights reserved

ความระมัดระวังไม่ให้สารโดนต้นข้าวโพดเพราะจะทำให้ข้าวโพดไหม้ตายได้(สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559)

8. ความต้องการน้ำของข้าวโพด

ข้าวโพดมีความต้องการใช้น้ำตลอดฤดูปลูก ประมาณ 500 – 600 มิลลิเมตร หรือประมาณ 800 – 900ลูกบาศก์เมตร/ ไร่ แต่ไม่ชอบน้ำท่วมขัง การปลูกข้าวโพดในสภาพไร่ โดยทั่วไปจะปลูกในช่วงฤดูฝน แต่บางครั้งให้น้ำได้ถ้าฝนทิ้งช่วงหรือกรณีปลูกข้าวโพดในช่วงหน้าแล้ง ซึ่งจำเป็นต้องให้น้ำ มีวิธีปฏิบัติดังนี้

1. การให้น้ำครั้งแรกเมื่อปลูก ในการปลูกข้าวโพด หลังจากไถพรวนเตรียมแปลงเสร็จแล้ว ควรให้น้ำก่อนปลูกข้าวโพดโดยให้น้ำ 50 – 65 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ แล้วจึงหยอดข้าวโพดขณะดินมีความชื้นพอเหมาะ ถ้าจำเป็นต้องหยอดข้าวโพดก่อนให้น้ำ ควรให้น้ำประมาณ 35 – 50 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ถ้าให้น้ำมากกว่านี้ จะต้องรีบระบายน้ำออกจากแปลงทันที

2. การให้น้ำในช่วงระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด หลังจากข้าวโพดงอกแล้วควรให้น้ำ 65 – 80ลูกบาศก์เมตร /ไร่ / สัปดาห์ โดยให้อีก 11-12 ครั้ง (สัปดาห์) การให้น้ำแต่ละครั้งไม่ควรให้น้ำท่วมขังหรือดินชื้นแฉะเป็นเวลานาน ถ้าให้น้ำมากเกินไป ควรรีบระบายน้ำออกจากแปลงทันที (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559)

9. การเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

ควรเก็บเกี่ยวเมื่อข้าวโพดแก่จัดและเก็บในช่วงที่อากาศแห้ง ถ้ามีฝนตกควรงดการเก็บเกี่ยว เพราะฝักจะเน่าได้ง่ายไม่ควรเก็บเกี่ยวข้าวโพดก่อนกำหนด แต่ถ้าต้องการพื้นที่เพื่อปลูกพืชรุ่น 2 ก็สามารถตัดยอดข้าวโพดออกปล่อยให้ฝักข้าวโพดแห้งบนต้นได้ การตัดยอดและใบข้าวโพดออกเป็นการเปิดหน้าดินให้พืชรุ่น 2 ได้รับแสงแดดโดยไม่ต้องรีบเก็บเกี่ยวก่อนกำหนด การตัดยอดข้าวโพดหลังจากข้าวโพดออกไหมแล้ว 1 เดือน เป็นต้นไป ไม่ทำให้ผลผลิตลดลงถ้าข้าวโพดไม่แก่เต็มที่ความชื้นจะยังสูง ทำให้กะเทาะเมล็ดยากเกิดบาดแผลได้ง่ายจึงควรปล่อยให้ข้าวโพดแห้งคาต้นก่อนจึงเก็บเกี่ยวโดยหักฝักข้าวโพดให้หัวห้อยลง วิธีจะป้องกันการเข้าทำลายของแมลงทางปลายฝักได้ และสามารถป้องกันความชื้นหรือน้ำที่ปลายฝักได้ข้าวโพดที่หักมาแล้ว ควรคัดฝักเสียออกไป เช่นฝักที่มีหนอนแมลงเจาะท าลายหรือฝักที่มีเชื้อราขึ้นจะทำให้เชื้อราไม่แพร่ระบาดไปยังฝักที่ดี แล้วจึงนำฝักที่ดีไปตากให้แห้งโดยเร็ว สามารถเก็บเกี่ยวข้าวโพดได้ (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2559)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

2.1.4 GeoServer

GeoServer เป็นแม่ข่ายแผนที่ที่รองรับมาตรฐาน ISO/OGCทั้ง WMS WFS และ WCS นอกจากนั้นยังรองรับการกำหนดการแสดงผลด้วย Style Layer Descriptor (SLD) และการคัดกรองการเข้าถึงข้อมูลด้วยมาตรฐาน Filter Encoding ขีดความสามารถนี้เกิดจากการผนวกรวมความสามารถของซอฟต์แวร์ GeoTools GeoServer พัฒนาด้วย Java ดังนั้น GeoServer จึงเป็น Serverlet การใช้งานเช่น การเลือกข้อมูลเวกเตอร์ แรสเตอร์อันได้แก่ Shapefile หรือ GeoTIFF การต่อเชื่อมกับ Geospatial Database สามารถทำได้เช่นกัน เช่น PostgreSQL/PostGIS และ Oracle Spatial

2.1.5 PostGIS

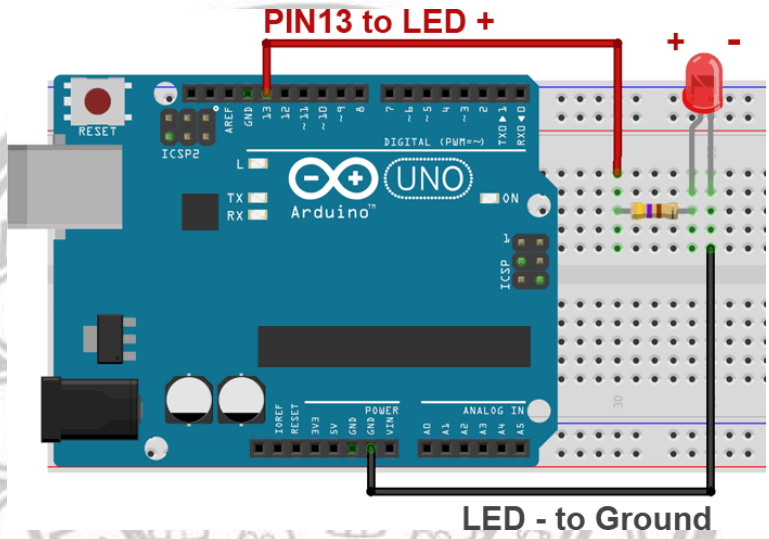
PostGISเป็นชุดซอฟต์แวร์เสริมสำหรับระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์RDBMS PostgreSQL กล่าวคือข้อมูลเชิงตำแหน่งจะถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบเข้าในระบบฐานข้อมูลทำให้เราสามารถใช้ประโยชน์จากฐานข้อมูลได้เช่น การจัดเก็บที่มีประสิทธิภาพ การสืบค้นคืนด้วยมาตรฐาน SQL การสำรองข้อมูล การ replicate ระบบเพื่อสำรองข้อมูลพร้อม ๆกับการเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูล การปรับปรุงฐานข้อมูลพร้อม ๆ กันหลายคนในฐานข้อมูลเดียวกัน เป็นต้น PostGIS เป็นการพัฒนาบนมาตรฐานของ OGC ที่ชื่อว่า OpenGIS Simple Features Specification for SQL หรือเรียกย่อว่า OGC SF-SQL ปัจจุบัน PostGIS และ PostgreSQL ถูกผนวกรวมเป็นชุดซอฟต์แวร์เดียวกันเมื่อผู้ใช้ต้องการติดตั้ง PostGIS สามารถทำได้โดยง่าย พร้อมกันนี้ผู้ใช้สามารถบริหารจัดการระบบฐานข้อมูลได้สะดวกด้วยชุดซอฟต์แวร์ pgAdminIII

2.1.6 Arduino

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Arduino อ่านว่า (อา-ดู-อิ-โน่ หรือ อาดุยโน่) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมพัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด (ดูตัวอย่างรูปที่ 7) หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่าง ๆ (ดูตัวอย่างรูปที่ 8)เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay

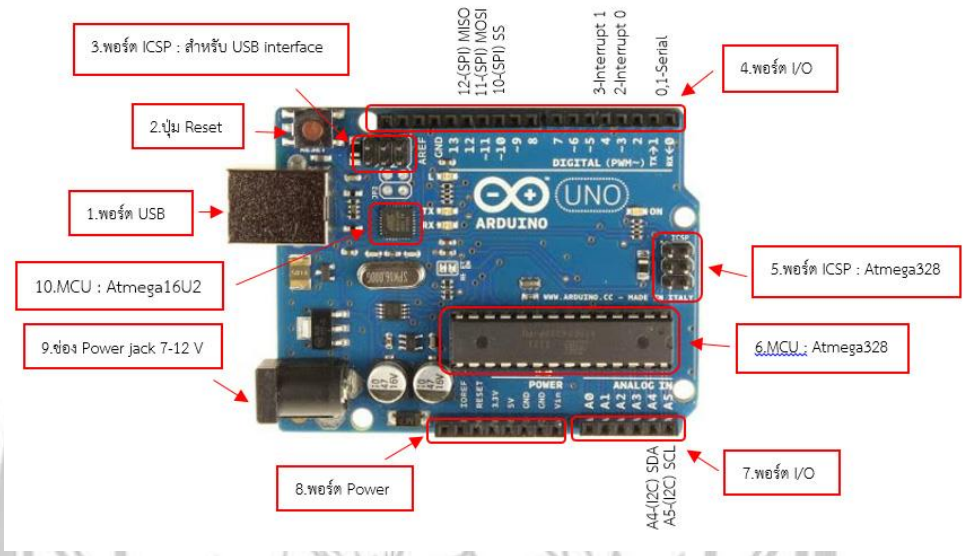
Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้นมาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย



ภาพ 2.7 บอร์ด Arduinoต่อกับ LED

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Layout & Pin out Arduino Board (Model: Arduino UNO R3)



ภาพ 2.8 ส่วนประกอบของบอร์ด Arduino

1. **USB Port:** ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2. **Reset Button:** เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้MCU เริ่มการทำงานใหม่

3. **ICSP Port** ของ Atmega 16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2

4. **I/OPort:**Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะท าหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM

5. **ICSP Port:** Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader

6. **MCU:** Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

7. **I/OPort:** นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

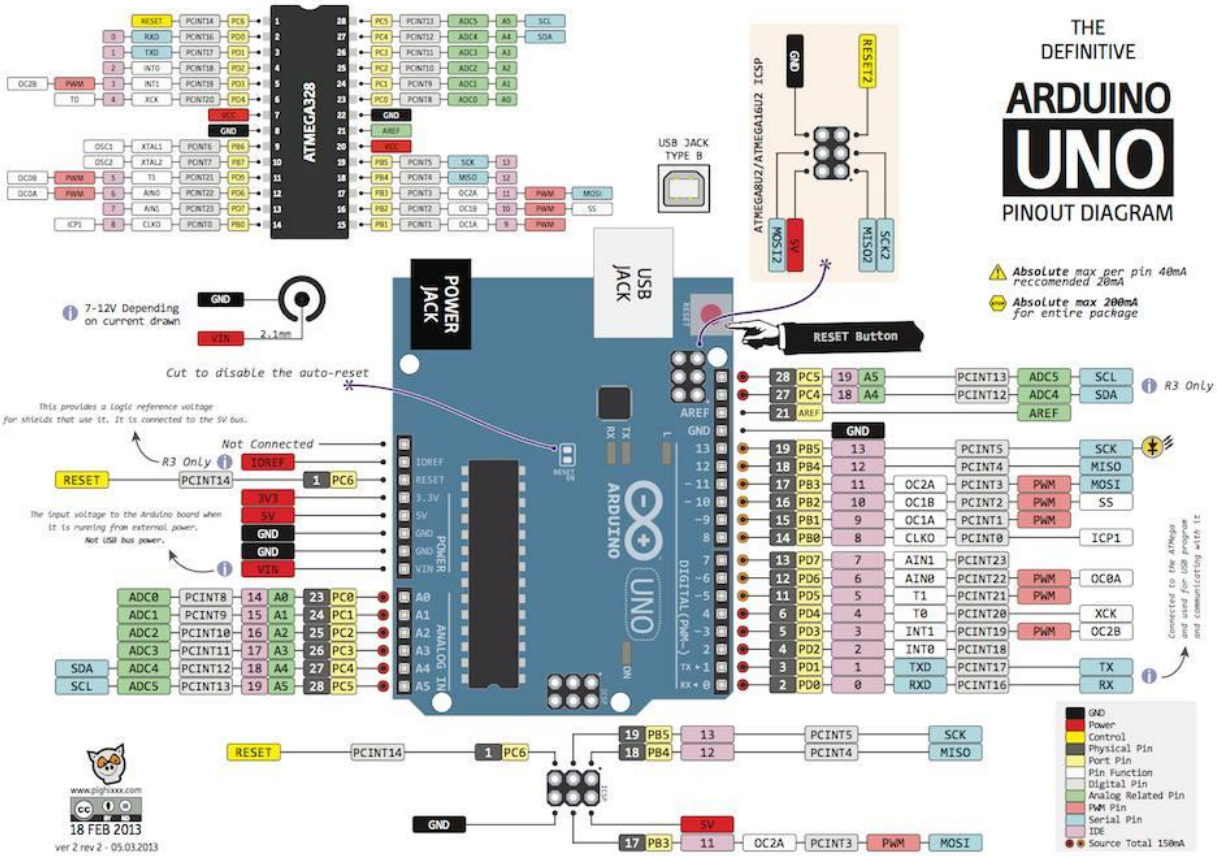
8. **Power Port:** ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V,GND, Vin

9. **Power Jack:** รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

10. **MCU** ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ขาต่าง ๆของบอร์ด Arduino UNO R3



ภาพ 2.9 ขาต่าง ๆของบอร์ด Arduino UNO R3

2.1.7 Arduino IDE

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Arduino IDE คือโปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรม, คอมไพล์ และอัพโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดตัวอื่น ๆ ที่คล้ายกัน เช่น Generic ESP8266 modules, NodeMCU หรือ WeMos D1 เป็นต้น

แนวคิดการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE

- เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C/C++ สำหรับ Arduino
- คอมไพล์หรือแปลโปรแกรมภาษา C/C++ ให้เป็นภาษาสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์และบันทึกเป็น Intel

Hex File

- อัพโหลด Intel Hex File ลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งอยู่บนบอร์ด Arduino ผ่านสาย USB หรือผ่าน

Programmer

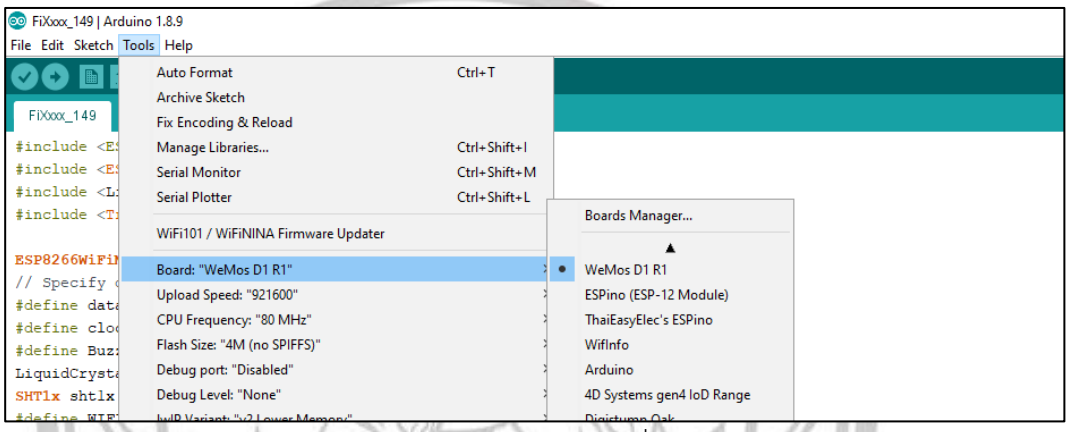
ภาพ 2.10 โปรแกรม Arduino IDE

จุดเด่นที่ทำให้บอร์ด Arduino เป็นที่นิยม ง่ายต่อการพัฒนา มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐาน ไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น มี Arduino Community กลุ่มคนที่ร่วมกันพัฒนาที่แข็งแรง Open Hardware ทำให้ผู้ใช้สามารถนำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้าน ราคาไม่แพงCross Platform สามารถพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

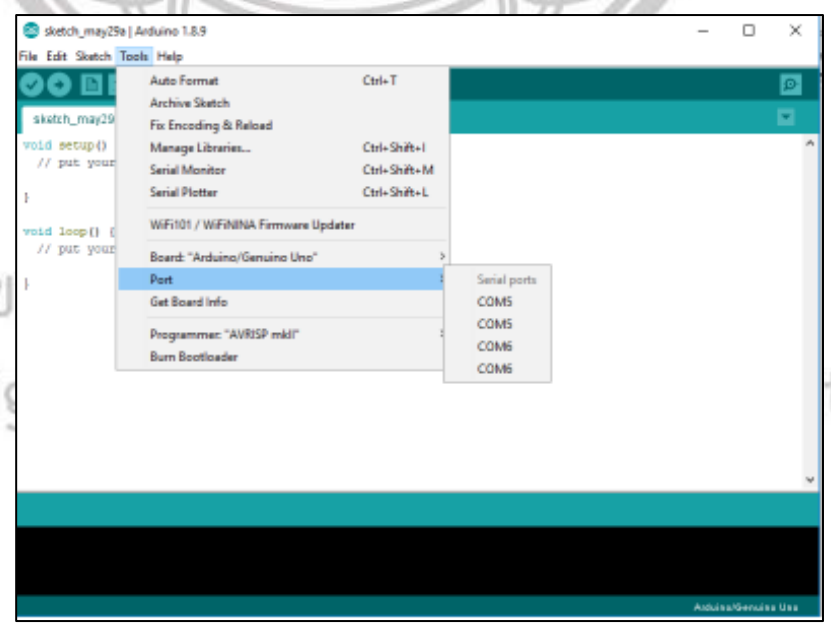
2.1.8 รูปแบบการเขียนโปรแกรม

1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ผ่านทางโปรแกรม ArduinoIDE ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จาก Arduino.cc/en/main/software



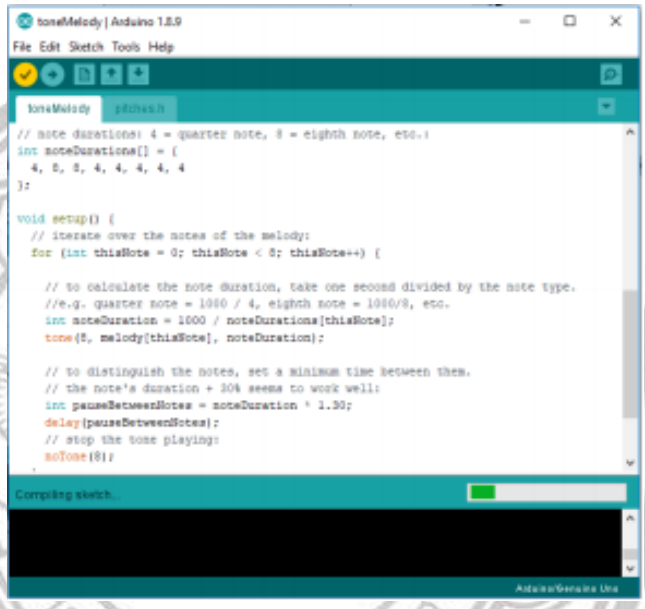
ภาพ 2.11 เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload

2. หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และหมายเลข Com port

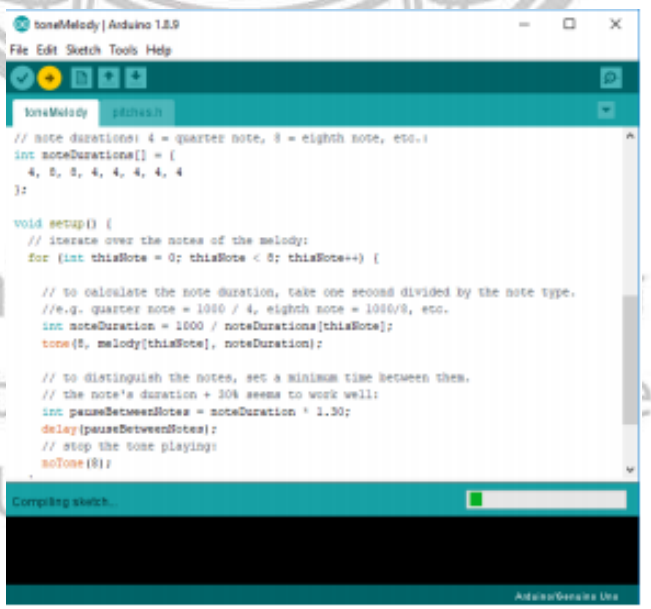


ภาพ 2.12 เลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด

3. กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ดโปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที



ภาพ 2.13 กดปุ่ม verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง



ภาพ 2.14 Upload โค้ดโปรแกรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัย
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.9 JavaScript

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง Java JavaScript เป็น ภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ (ที่เรียกกันว่า "สคริปต์" (script) ซึ่งในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ (ใช่ร่วมกับ HTML) เพื่อให้เว็บไซต์ของเราดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการท างานในลักษณะ "แปลความและด าเนินงานไปทีละค าสั่ง" (interpret) หรือเรียกว่า อ็อบเจ็กโอเรียลเต็ด(Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และภาษาJava ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นโดย เน็ตสเคปคอมมิวนิเคชันส์ (Netscape Communications Corporation)โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปจึงได้ร่วมมือกับ บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้ และได้ปรับปรุง LiveScript ใหม่เมื่อ ปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript JavaScript สามารถทำให้ การสร้างเว็บเพจ มีลูกเล่น ต่าง ๆ มากมาย และยังสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันทีเช่น การใช้เมาส์คลิก หรือ การกรอกข้อความในฟอร์ม เป็นต้น เนื่องจาก JavaScript ช่วยให้ผู้พัฒนา สามารถสร้างเว็บเพจได้ตรงกับความต้องการ และมีความน่าสนใจมากขึ้น ประกอบกับเป็นภาษาเปิด ที่ใครก็สามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้นจึงได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง รวมทั้งได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานโดย ECMA การทำงานของ JavaScript จะต้องมีการแปลความคำสั่ง ซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกจัดการโดยบราวเซอร์ (เรียกว่าเป็น client-side script) ดังนั้น JavaScript จึงสามารถทำงานได้ เฉพาะบนบราวเซอร์ที่สนับสนุน ซึ่งปัจจุบัน บราวเซอร์เกือบทั้งหมดก็สนับสนุน JavaScript แล้ว อย่างไรก็ดี สิ่งที่ต้องระวังคือJavaScript มีการพัฒนาเป็นเวอร์ชั่นใหม่ๆออกมาด้วย (ปัจจุบันคือรุ่น 1.5) ดังนั้น ถ้านำโค้ดของเวอร์ชั่นใหม่ ไปรันบนบราวเซอร์รุ่นเก่าที่ยังไม่สนับสนุน ก็อาจจะทำให้เกิด error ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2.1.10 ข้อดีและข้อเสียของ JavaScript

การทำงานของ JavaScript เกิดขึ้นบนบราวเซอร์ (เรียกว่าเป็น client-side script) ดังนั้นไม่ว่าคุณจะใช้เซิร์ฟเวอร์อะไร หรือที่ไหน ก็ยังคงสามารถใช้ JavaScript ในเว็บเพจได้ ต่างกับภาษาสคริปต์อื่น

เช่น Perl, PHPหรือ ASP ซึ่งต้องแปลความและทำงานที่ตัวเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (เรียกว่า server-side script) ดังนั้นจึงต้องใช้บนเซิร์ฟเวอร์ ที่สนับสนุนภาษาเหล่านี้เท่านั้น อย่างไรก็ดี จากลักษณะดังกล่าวก็ทำให้ JavaScript มีข้อจำกัด คือไม่สามารถรับและส่งข้อมูลต่าง ๆ กับเซิร์ฟเวอร์โดยตรง เช่น การอ่านไฟล์จากเซิร์ฟเวอร์ เพื่อนำมาแสดงบนเว็บเพจหรือรับข้อมูลจากผู้ชม เพื่อนำไปเก็บบนเซิร์ฟเวอร์ เป็นต้น ดังนั้นงานลักษณะนี้ จึงยังคงต้องอาศัยภาษาserverside script อยู่ (ความจริง JavaScript ที่ทำงานบนเซิร์ฟเวอร์เวอร์ก็มี ซึ่งต้องอาศัยเซิร์ฟเวอร์ที่สนับสนุนโดยเฉพาะเช่นกัน แต่ไม่เป็นที่นิยมนัก)

2.1.11 PHP

PHP เป็นภาษาสคริปต์ (Scripting Language) คำสั่งต่าง ๆ จะเก็บในรูปของข้อความ (Text) อาจเขียนแทรกอยู่ภายในภาษา HTML หรือใช้งานอิสระก็ได้ แต่ในการใช้งานจริงมักใช้งานร่วมกับภาษา HTML ดังนั้นการเขียนโปรแกรมนี้ต้องมีความรู้ด้านภาษา HTML เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามเราสามารถใช้โปรแกรมประยุกต์มาช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้างงานได้ เช่น Macromedia Dreamweaver หรือโปรแกรมประเภท Editor เช่นEditPlus ฯลฯ โปรแกรมเหล่านี้จะช่วยจำแนกคำ เช่น คำสั่ง คำทั่วไป ตัวแปร ฯลฯ ให้มีสีต่างกันเพื่อสะดวกในการสังเกต และมีตัวเลขบอกบรรทัดทำให้สะดวกในการแก้ไข

PHP คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ Server-Side Script ซึ่งใช้ในการจัดทำเว็บไซต์และสามารถประมวลผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษา ภาษาซี ภาษาจาวา และ ภาษาเพิร์ล เป้าหมายหลักของภาษา PHP คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียนเว็บเพจ ที่มีความตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว

ข้อดีและข้อเสีย

1. ดาวน์โหลดได้ฟรี (Open Source)
2. เรียนรู้ได้ง่าย
3. ประมวลผลได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ
4. ใช้ร่วมกับ XML ได้
5. ใช้งานร่วมกับฐานข้อมูลได้หลายชนิด เช่น MySQL
6. สร้างฟอร์มรับส่งข้อมูลกับผู้ใช้ได้
7. ใช้โครงสร้างและไวยากรณ์ภาษาง่ายๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

8. ใช้งานได้กับทุกระบบปฏิบัติการ

9. ใช้งานได้กับทุกเว็บบราวเซอร์

10. มีฟังก์ชันที่จัดการกับข้อมูลตัวอักษร

2.1.12 HTML

HTML ย่อมาจาก Hyper Text Markup Language คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงผลของเอกสารบน website หรือที่เราเรียกกันว่าเว็บเพจ ถูกพัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดยองค์กร World Wide WebConsortium (W3C) และจากการพัฒนาทางด้าน Software ของ Microsoft ทำให้ภาษา HTML เป็นอีกภาษาหนึ่งที่ใช้เขียนโปรแกรมได้ หรือที่เรียกว่า HTML Application

HTML เป็นภาษาประเภท Markup สำหรับการการสร้างเว็บเพจ โดยใช้ภาษา HTML สามารถทำโดยใช้โปรแกรม Text Editor ต่าง ๆ เช่น Notepad, Editplus หรือจะอาศัยโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้างเว็บเพจเช่น Microsoft FrontPage, Dream Weaver ซึ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างหน้า HTML ส่วนการเรียกใช้งานหรือทดสอบการทำงานของเอกสาร HTML จะใช้โปรแกรม Web browser เช่น IE Microsoft InternetExplorer (IE), Mozilla Firefox, Safari, Opera, และ Netscape Navigator เป็นต้น

โครงสร้าง HTML

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

1. ส่วนที่เป็นข้อความที่จะพิมพ์ คือ ข้อมูล ข้อความ เนื้อหาต่าง ๆ ที่ต้องการนำเสนอออกมาในเว็บเพจ

2. ส่วนที่เป็นคำสั่ง ส่วนนี้จะใช้ในการจัดการรูปร่างและรูปแบบของตัวอักษรหรือเอกสาร จะเรียกว่า tag และส่วนที่เป็นคำสั่ง tag นี้ จะถูกเขียนอยู่ในเครื่องหมาย < > ทุกคำสั่ง เช่น <br>, <body>, <head> เป็นต้น ดังนี้

<html>

<head>

<title>การกำหนด background</title>

</head>

<body bgcolor="color">

</body>

</html>

โดยแต่และส่วนสามารถอธิบายความหมายได้ดังนี้

<html> และ </html> เป็น tag ที่ใช้เพื่อกำหนดว่าเอกสารต่อไปนี้เป็นเอกสารที่ใช้ภาษา HTML เป็น Markup Language และจะไม่ปรากฏในโปรแกรม Web Browser

<head> และ </head> เป็น tag ที่ใช้กำหนดส่วนหัวของเอกสาร Head ไม่ได้เป็นส่วนของเอกสารภายใน แต่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับเอกสารฉบับนี้

<title> และ </title> เป็นการระบุข้อความที่ต้องการให้เป็นส่วนหัวของเอกสาร Title จะเป็นส่วนหนึ่งของ Head โดยข้อความที่อยู่ใน Title จะไปปรากฏอยู่ที่ส่วนบนสุดของ Web Browser

<body> และ </body> เป็น tag ที่บอกถึงลักษณะต่าง ๆ ของเอกสารฉบับนี้ ซึ่งใน Body จะมี Attributes ต่าง ๆ ได้แก่ BGCOLOR (หมายถึงกากำหนดสีพื้นด้านหลังของเอกสาร) , TEXT (หมายถึงการกำหนดสีของตัวอักษรในเอกสาร) เป็นต้น

2.1.13 C/C++

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาษา C++ เป็นภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมได้ทั้งแบบออบเจ็ค และการเขียนแบบปกติทั่วไป และยังมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการจัดการและเข้าถึงระดับหน่วยความจำ นอกจากนี้มันยังถูกนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบต่าง ๆ มากมาย เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระบบฝังตัว (Embedded) เว็บเซิร์ฟเวอร์ การพัฒนาเกม และแอพพลิเคชันที่ต้องการประสิทธิภาพอย่างสูง

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาษา C++ เป็นภาษาที่ถูกออกแบบมาในการเขียนโปรแกรมระบบ ซึ่งมีประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นในการออกแบบโปรแกรมสูง C++ เป็นภาษาที่ต้องคอมไพล์ก่อนที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งสามารถ

พัฒนาได้ในหลายๆ แพลตฟอร์ม ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยองค์กรต่าง ๆ ที่ประกอบไปด้วย Free Software Foundation (FSF's GCC) LLVM Microsoft Intel และ IBM

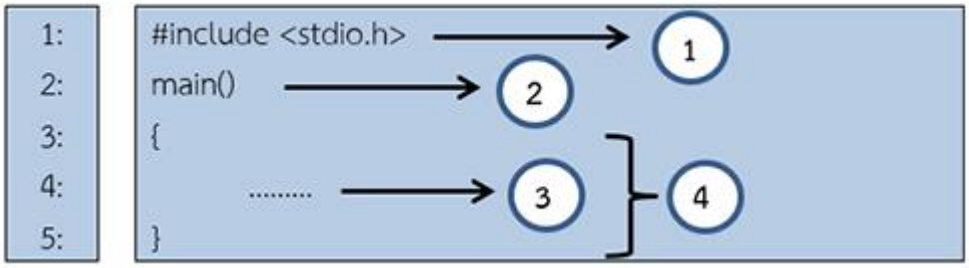
ภาพ 2.15 สัญลักษณ์ภาษา C++

C++ นั้นถูกกำหนดให้เป็นภาษาที่เป็นมาตรฐานโดย International Organization for Standardization (ISO) ซึ่งเวอร์ชั่นล่าสุดนั้นเผยแพร่ในธันวาคม 2014 คือ ISO/IEC 14882:2014 หรือที่รู้จักกันในชื่อของ C++14 โดยที่ภาษา C++ ได้เริ่มกำหนดมาตราฐานครั้งแรกในปี 1998 คือ ISO/IEC 14882:1998 ภาษา C++ ถูกพัฒนาโดย Bjarne Stroustrup ที่ Bell Labs ตั้งแต่ปี 1979 ซึ่งในตอนแรกเป็นส่วนขยายของภาษา C โดยที่เขาต้องการที่จะพัฒนาภาษาที่มีประสิทธิภาพและยืดหยุ่นเหมือนกับภาษา C และยังมีคุณสมบัติใหม่ที่สูงกว่าสำหรับพัฒนาโปรแกรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

โครงสร้างภาษา C/C++

โครงสร้างของภาษา C/C++ แบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้



ภาพ 2.16 โครงสร้างภาษา c/c++

1. ส่วนหัวของโปรแกรม

ส่วนหัวของโปรแกรมนี้เรียกว่า Preprocessing Directive ใช้ระบุเพื่อบอกให้คอมไพเลอร์กระทำการใด ๆ ก่อนการแปลผลโปรแกรมในที่นี่คำสั่ง #include <stdio.h> ใช้บอกกับคอมไพเลอร์ให้นำเฮดเดอร์ไฟล์ที่ระบุ

คือ stdio.h เข้าร่วมในการแปลโปรแกรมด้วย โดยการกำหนด preprocessing directives นี้จะต้องขึ้นต้นด้วยเครื่องหมาย # เสมอ

คำสั่งที่ใช้ระบุให้คอมไพเลอร์นำเฮดเดอร์ไฟล์เข้าร่วมในการแปลโปรแกรมสามารถเขียนได้ 2 รูปแบบ คือ

#include <ชื่อเฮดเดอร์ไฟล์> คอมไพเลอร์จะทำการค้นหาเฮดเดอร์ไฟล์ที่ระบุจากไดเรกทอรีที่ใช้สำหรับเก็บเฮดเดอร์ไฟล์โดยเฉพาะ (ปกติคือไดเรกทอรีชื่อ include)

#include “ชื่อเฮดเดอร์ไฟล์” คอมไพเลอร์จะทำการค้นหาเฮดเดอร์ไฟล์ที่ระบุจากไดเร็คทอรีเดียวกันกับไฟล์ source code นั้น แต่ถ้าไม่พบก็จะไปค้นหาไดเร็คทอรีที่ใช้เก็บเฮดเดอร์ไฟล์โดยเฉพาะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ส่วนของฟังก์ชั่นหลัก

Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ฟังก์ชันที่กำหนดขึ้นมาชื่อฟังก์ชัน main() โดยทุกโปรแกรมจะต้องมีฟังก์ชัน main() ทำหน้าที่เป็นฟังก์ชันหลักในการทำงานในการประมวลผลโปรแกรมทุกครั้ง

ฟังก์ชันหลักของภาษาซี คือ ฟังก์ชัน main() ซึ่งโปรแกรมภาษาซีทุกโปรแกรมจะต้องมีฟังก์ชันนี้อยู่ในโปรแกรมเสมอ จะเห็นได้จากชื่อฟังก์ชันคือ main แปลว่า “หลัก” ดังนั้น การเขียนโปรแกรมภาษาซีจึงขาดฟังก์ชันนี้ไปไม่ได้ โดยขอบเขตของฟังก์ชันจะถูกกำหนดด้วยเครื่องหมาย { และ } กล่าวคือ การทำงานของฟังก์ชันจะเริ่มต้นที่เครื่องหมาย { และจะสิ้นสุดที่เครื่องหมาย } ฟังก์ชัน main() สามารถเขียนใน

รูปแบบของ int main ก็ได้ มีความหมายเหมือนกัน คือ หมายความว่า ฟังก์ชัน main() จะไม่มีอาร์กิวเมนต์ (argument) คือไม่มีการรับค่าใด ๆ เข้ามาประมวลผลภายในฟังก์ชัน และจะมีการคืนค่ากลับออกไปจากฟังก์ชันด้วย

argument คือ ตัวรับค่าเข้ามาในฟังก์ชัน

parameter คือ ค่าที่ส่งไปยังฟังก์ชันค่า argument และ parameter ต้องเป็นข้อมูลชนิดเดียวกัน เช่น หากกำหนดให้ argument เป็นข้อมูลชนิดตัวอักษรแล้วค่า parameter ที่ส่งไปก็ต้องเป็นชนิดตัวอักษรด้วย

ตัวอย่าง

```
#include <stdio.h>
void show (char a) ----------> argument รับตัวอักษร 'a' มาในฟังก์ชัน
{
        printf("%c",a) ;
}
void main(void) Parameter ส่งตัวอักษร 'a' ไปยังฟังก์ชัน show( )
{
        show('a') ;
}
```

3. ส่วนรายละเอียดของโปรแกรม

เป็นส่วนของการเขียนคำสั่งต่าง ๆ เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ในการเขียนคำสั่งจะเขียนภายในเครื่องหมายปีกกาเปิด { และเครื่องหมายปีกกาปิด } โดยปกติส่วนของการเขียนโปรแกรมจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ

1) ส่วนของการประกาศตัวแปร คือ ส่วนที่ใช้ในการกำหนดตัวแปรที่จะใช้งานในการเขียนโปรแกรม

2) ส่วนของคำสั่ง หรือ ฟังก์ชันต่าง ๆ คือ ส่วนที่ใช้ในการกำหนดตัวแปรที่จะใช้งานในการเขียนโปรแกรมพิมพ์ฟังก์ชันเสร็จแล้วจะต้องปิดท้ายด้วยเครื่องหมายเซมิโคลอน ; เสมอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

4. ส่วนของการเปิดและปิดโปรแกรม

ตามโครงสร้างของภาษาซีจะต้องมีการกำหนดจุดเริ่มต้นและจบโปรแกรม โดยในที่นี้ใช้เครื่องหมายปีกกาเปิด { ในการระบุตำแหน่งการเริ่มต้นโปรแกรม และใช้เครื่องหมายปีกกาปิด } ในการระบุตำแหน่งการจบโปรแกรม

2.1.14 ภาษาSQL

SQL ย่อมาจาก structured query language คือภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม เพื่อจัดการกับฐานข้อมูลโดยเฉพาะ เป็นภาษามาตราฐานบนระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และเป็นระบบเปิด (open system) หมายถึงเราสามารถใช้คำสั่ง sql กับฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้ และ คำสั่งงานเดียวกันเมื่อสั่งงานผ่านระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกันจะได้ ผลลัพธ์เหมือนกัน ทำให้เราสามารถเลือกใช้ฐานข้อมูล ชนิดใดก็ได้โดยไม่ติดยึดกับฐานข้อมูลใดฐานข้อมูลหนึ่ง นอกจากนี้แล้ว SQL ยังเป็นชื่อโปรแกรมฐานข้อมูล ซึ่งโปรแกรม SQL เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างของภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มีประสิทธิภาพการทำงานสูง สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้โดยใช้คำสั่งเพียงไม่กี่คำสั่ง โปรแกรม SQL จึงเหมาะที่จะใช้กับระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และเป็นภาษาหนึ่ง ซึ่งแบ่งการทำงานได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. Select query ใช้สำหรับดึงข้อมูลที่ต้องการ

2. Update query ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูล

3. Insert query ใช้สำหรับการเพิ่มข้อมูล

4. Delete query ใช้สำหรับลบข้อมูลออกไป

ปัจจุบันมีซอฟต์แวร์ระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) ที่สนับสนุนการใช้คำสั่ง SQL เช่น Oracle , DB2, MS-SQL, MS-Access

นอกจากนี้ภาษา SQL ถูกนำมาใช้เขียนร่วมกับโปรแกรมภาษาต่างๆ เช่น ภาษา c/C++ , VisualBasic และ Java

ประโยชน์ของภาษา SQL

1. สร้างฐานข้อมูลและ ตาราง

2. สนับสนุนการจัดการฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย การเพิ่ม การปรับปรุง และการลบข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

3. สนับสนุนการเรียกใช้หรือ ค้นหาข้อมูล

ประเภทของคำสั่งภาษา SQL

1. ภาษานิยามข้อมูล(Data Definition Language : DDL) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสร้างฐานข้อมูล กำหนดโครงสร้างข้อมูลว่ามี Attribute ใด

ชนิดของข้อมูล รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงตาราง และการสร้างดัชนี คำสั่ง : CREATE,DROP,ALTER

2. ภาษาจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language :DML) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเรียกใช้ เพิ่ม ลบ และเปลี่ยนแปลงข้อมูลในตาราง คำสั่ง : SELECT,INSERT,UPDATE,DELETE

3. ภาษาควบคุมข้อมูล (Data Control Language : DCL) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดสิทธิการอนุญาติหรือ ยกเลิก การเข้าถึงฐานข้อมูล เพื่อป้องกันความปลอดภัยของฐานข้อมูล คำสั่ง : GRANT,REVOKE

2.1.15 ภาษาJSON (JavaScript Object Notation)

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีขนาดเล็ก ซึ่งคนสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และสามารถถูกสร้างและอ่านโดยเครื่องได้ง่าย มันถูกกำหนดภายใต้ภาษา JavaScript(JavaScript Programming Language, Standard ECMA-262 3rd Edition – December 1999.) JSON เป็นรูปแบบข้อมูลตัวอักษรที่มีความเป็นอิสระอย่างสมบูรณ์ แต่จะมีหลักการการเขียนที่คุ้นเคยกับนักเขียนโปรแกรมภาษาต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็น ภาษา C, C++, C#, Java, Javascript, Perl, Python และอื่น ๆ คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ JSON เป็นภาษาแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีสมบูรณ์แบบ

ในการทำงานหลายอย่างกับ JavaScript เราจะพบ JSON เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ยกตัวอย่างการทำงานกับ script หลายๆตัวที่มีการเรียกข้อมูลแบบ AJAX ก็มักจะส่งข้อความตอบกลับมาในรูปแบบ JSON อยู่เนือง ๆ จริง ๆแล้ว เรารับมาใช้ต่อได้ไม่ยากเลยครับ หากเราเข้าใจเรื่องของ Object งั้น ขออธิบายเรื่องของ Object ก่อนดีกว่า เพราะว่า programmer สมัยใหม่ หากไม่รู้จัก Object แล้วล่ะก็ คงเชยน่าดู Object ในการ Program คืออะไร หากอยากเข้าใจง่ายๆ ให้เรานึกถึง array เอาไว้ครับ (ถ้า array ยัง งง คงต้องไปทบทวนการเขียนโปรแกรมหน่อยล่ะมั้งครับ) ใน array ตามปกติ 1 array เราจะมีได้หลาย index ซึ่ง index ก็เก็บค่าของตัวเองเอาไว้ ตัวอย่างเช่น ใน PHP

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

JSON หรือ Java Script Object Notation เป็นวิธีการที่ทำให้ JavaScript แลกเปลี่ยนข้อมูลกับ Server ได้อย่างง่ายดายครับ รูปแบบของ JSON นั้น อาจทำให้หลายๆ ท่านงงกับมันไม่มากก็น้อยล่ะครับ เช่น บางครั้งทำไมใช้ [] บางครั้งใช้ {} มันมีเหตุผลอะไร มีความหมายอย่างไร ถ้าจะให้อธิบายรูปแบบเป็นประโยคก็คือ JSON ถูกสร้างขึ้นจากชุดข้อมูลของ literal object notation ใน javascript JSON จะใช้ [] แทน array และใช้ {} แทน hash (หรือ associate array) แต่ละสมาชิกคั่นด้วย comma (,) และแต่ละชื่อสมาชิกคั่นด้วย colon (:)

2.1.16 Line Notify

LINE Notify คือบริการที่คุณสามารถได้รับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ ที่คุณสนใจได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิสแล้ว คุณจะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE นั่นเอง คุณสามารถเชื่อมต่อกับบริการที่หลากหลายและยังสามารถรับการแจ้งเตือนทางกลุ่มได้อีกด้วย ซึ่งบริการหลักๆ ที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub, IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น

2.1.17 Ubuntu

คือระบบปฏิบัติการ Linux ชนิดหนึงซึ่ง ลีนุกซ์ (Linux) ก็เป็นระบบปฏิบัติการเช่นเดียวกับ Dos , Window หรือ Unix โดยลีนุกซ์นั้นจัดว่าเป็นระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ประเภทหนึ่ง การที่ลีนุกซ์เป็นที่กล่าวขานกันมากขณะนี้ เนื่องจากความสามารถของตัวระบบปฏิบัติการและโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนระบบลีนุกซ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมในตระกูลของ GNU (GNU’s Not UNIX) และสิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือระบบลีนุกซ์เป็นระบบปฏิบัติการประเภทฟรีแวร์ (Free Ware) และเป็นที่นิยมเอามาทำเป็น server เพื่อทำเป็น webserver หรือ LAMP

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ภาพ 2.17 LAMP

ลินุกซ์ ถือเป็นส่วนสำคัญของซอฟต์แวร์เซิร์ฟเวอร์ที่เรียกว่า LAMP ย่อมาจาก Linux, Apache, MySQL, Perl/PHP/Python ซึ่งเป็นที่นิยมใช้เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ และพบมากสุดระบบหนึ่ง ตัวอย่างซอฟต์แวร์ซึ่งพัฒนาสำหรับระบบนี้คือ มีเดียวิกิ ซอฟต์แวร์สำหรับวิกิพีเดีย

เนื่องจากราคาที่ต่ำและการปรับแต่งได้หลากหลาย ลินุกซ์ถูกนำมาใช้ในระบบฝังตัว เช่นเครื่องรับสัญญาณโทรทัศน์ โทรศัพท์มือถือ และอุปกรณ์พกพาต่าง ๆ ลินุกซ์เป็นคู่แข่งที่สำคัญของ ซิมเบียนโอเอส ซึ่งใช้ในโทรศัพท์มือถือจำนวนมาก และใช้แทนวินโดวส์ซีอี และปาล์มโอเอส บนเครื่องคอมพิวเตอร์พกพา เครื่องบันทึกวิดีโอก็ใช้ลินุกซ์ที่ดัดแปลงเป็นพิเศษ ไฟร์วอลล์และเราเตอร์หลายรุ่น เช่นของ Linksys ใช้ลินุกซ์และขีดความสามารถเรื่องทางเครือข่ายของมัน

2.2 ความรู้เกี่ยวกับฐานข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

2.1 **ระบบฐานข้อมูล**(Database System) คือ ระบบที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าไว้ด้วยกันอย่างมีระบบมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ ที่ชัดเจน ในระบบฐานข้อมูลจะประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลหลายแฟ้มที่มีข้อมูล เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบและเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถใช้งานและดูแลรักษาป้องกันข้อมูลเหล่านี้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีซอฟต์แวร์ที่เปรียบเสมือนสื่อกลางระหว่าง
ผู้ใช้และโปรแกรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล เรียกว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล หรือ DBMS (data base management system)มีหน้าที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลได้ง่ายสะดวกและมีประสิทธิภาพ การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้อาจเป็นการสร้างฐานข้อมูล การแก้ไขฐานข้อมูล หรือการตั้งคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลมา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรับรู้เกี่ยวกับรายละเอียดภายในโครงสร้างของฐานข้อมูล ส่วนประกอบ

แฟ้มข้อมูล (File) ระเบียน (Record) และ เขตข้อมูล (Field) และถูกจัดการด้วยระบบเดียวกัน โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะเข้าไปดึงข้อมูลที่ต้องการได้ อย่างรวดเร็ว ซึ่งอาจเปรียบฐานข้อมูลเสมือนเป็น electronic filing system

การเข้าถึงข้อมูลในฐานข้อมูลจึงจำเป็นต้องมีระบบการจัดการฐานข้อมูลมาช่วยเรียกว่า database management system (DBMS) ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถจัดการกับข้อมูล ตามความต้องการได้ ในหน่วยงานใหญ่ๆอาจมีฐานข้อมูลมากกว่า 1 ฐานข้อมูลเช่น ฐานข้อมูลบุคลากร ฐานข้อมูลลูกค้า ฐานข้อมูลสินค้า เป็นต้น

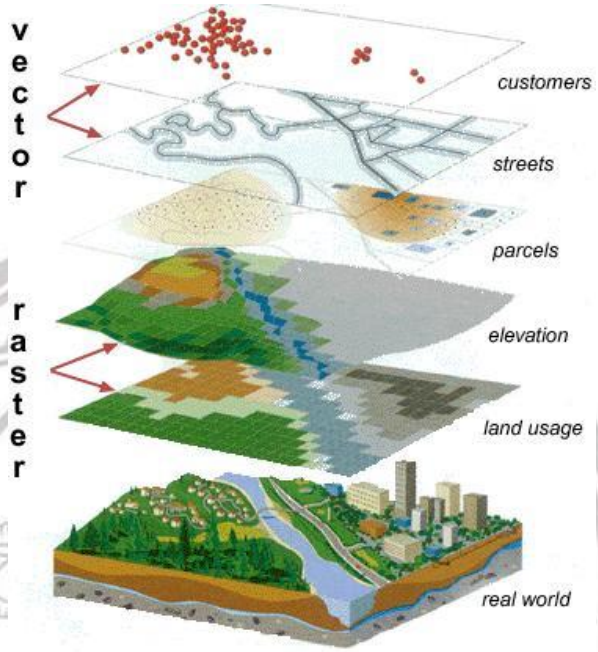
1.2 ระบบภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต หรือ Internet GIS/MIS

เป็นการประยุกต์ใช้ระบบอินเทอร์เน็ตกับระบบงานเพื่อจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศ GIS และนำข้อมูลดังกล่าวมาช่วยวิเคราะห์และแก้ปัญหาต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการข้อมูลและให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ จึงได้มีการพัฒนาการใช้งานร่วมกันของระบบภูมิสารสนเทศ GIS และระบบจัดการข้อมูล MIS

1. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Graphic Information System หรือ GIS)

ระบบภูมิสารสนเทศ หรือ GIS คือการนำเสนอข้อมูลของสถานที่ใด ๆ ในลักษณะของแผนที่เพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจของผู้ใช้ ซึ่งตัวข้อมูลที่นำเสนอมีลักษณะเป็นการประกอบกันของชั้นข้อมูลหลายๆ ระดับ ชั้นข้อมูลที่นำมาประกอบกันขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้ใช้เป็นหลักเช่น การค้นหารายละเอียดของสถานที่ต่าง ๆ การวิเคราะห์ความเสียหายของสภาวะแวดล้อม เป็นต้น ในทางภูมิศาสตร์จะแบ่งประเภทข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) คือข้อมูลที่ใช้อ้างอิงลักษณะโครงสร้างทางภูมิศาสตร์ และข้อมูลคุณลักษณะต่าง ๆของพื้นที่ (Non-Spatial data) เช่น ข้อมูลปริมาณสารพิษในน้ำสภาวะแวดล้อมในปัจจุบัน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 2.18 ประเภทของชั้นข้อมูลทางภูมิศาสตร์

(http://www.thaiwater.net/web/index.php/knowledge/130-knowledge/298-igis.html)

2. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System หรือ MIS)

ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ หรือ MIS คือ การจัดทำสารสนเทศหรือการจัดทำข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลการคำนวณทางสถิติแล้ว โดยจะนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รายงานจำนวนประชากรในพื้นที่, ปริมาณน้ำฝนในแต่ละพื้นที่ ฯลฯ มีจุดประสงค์เพื่อสนับสนุนการทำงาน การจัดการและการตัดสินใจในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ข้อมูลที่ได้จะต้องทันสมัย ถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว สามารถนำไปใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจ การประเมินสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยข้อมูลทางด้าน MIS จะถูกพัฒนาไปตามความเหมาะสมในแต่ละงาน เช่น ข้อมูลการสร้างฝายของพื้นที่ที่สนใจในโครงการการจัดการทรัพยากรน้ำ หรือ เนื้อที่ปลูกข้าว นาปี ในแต่ละปีของประเทศในระบบเครือข่ายสารสนเทศทางการเกษตร เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

2. ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database System)

ระบบจะมุ่งเน้นข้อมูลที่เกี่ยวกับพื้นที่ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถแบ่งลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1) จุด (Point) เป็นลักษณะที่ใช้แสดงตำแหน่งของพื้นที่นั้นๆ เช่น ที่ตั้งจังหวัด หมู่บ้าน เป็นต้น

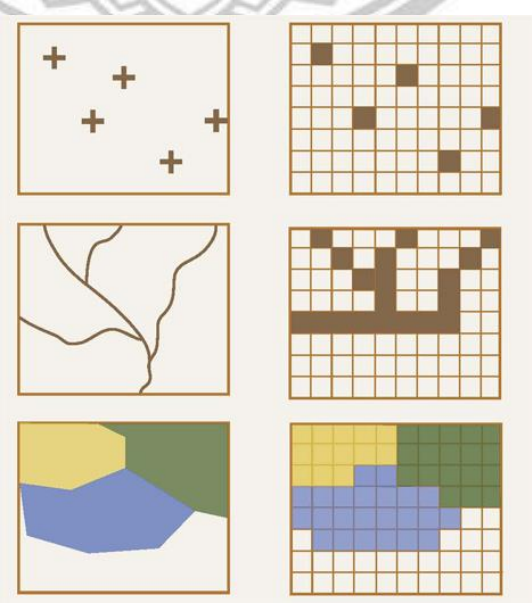
2) เส้น (Line) เป็นลักษณะที่ใช้แสดงลักษณะเชื่อมต่อของพื้นที่โดยทั่วไปจะแสดงเป็นกลุ่มของเส้น (Polyline) เช่น ทางน้ำ ทางถนน เป็นต้น

3) รูปหลายเหลี่ยม (Polygon) เป็นลักษณะที่ใช้แสดงพื้นที่หรือขอบเขต เช่น พื้นที่จังหวัด พื้นที่ทะเลสาบ เป็นต้น

โครงสร้างข้อมูล (Data Model) เชิงพื้นที่ที่จัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

1) Raster จะมีลักษณะเป็นตารางสี่เหลี่ยมหรือที่เรียกว่า Grid Cell เรียงต่อกันเป็นแนวแกน X แกน Y ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยโครงสร้างแบบ Raster นี้ จะแทนค่าของข้อมูลจากพื้นที่จริงลงในจุดภาพเลย ซึ่งในแต่ละ Grid Cell จะเก็บค่าได้เพียง 1 ค่าเท่านั้น

2) Vector ข้อมูลแบบ Vector นี้จะแสดงเป็น จุด เส้น รูปหลายเหลี่ยมหรือพื้นที่ ข้อมูลที่ จัดเก็บจะอยู่ในรูปพิกัดตำแหน่ง (X Y) ถ้าตำแหน่งเดียวจะหมายถึงจุด (POINT), 2 ตำแหน่งหรือมากกว่านั้นหมายถึงเส้น (LINE), 3 ตำแหน่งขึ้นไปหมายถึงพื้นที่ (POLYGON)



ภาพ 2.19 โครงสร้างข้อมูล

ลิขสิทธิ์ Copyright b All

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กองพล อารีรักษ์ (2560) ได้จัดทำงานวิจัยเรื่องการควบคุมแบบอัตโนมัติของระบบปั๊มน้ำสำหรับไร่มันสำปะหลัง ที่ใช้แหล่งพลังงานโซลาร์เซลล์ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบการควบคุมอัตโนมัติของปั๊มน้ำสำหรับไร่มันสำปะหลัง โดยระบบควบคุมดังกล่าวจะทำการการควบคุมอัตราการไหลของน้ำภายในท่อโดยอาศัยการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟสของปั๊มน้ำ ด้วยตัวควบคุมแบบฟัซซี ซึ่งโดยทั่วไปการควบคุมอัตราการไหลของน้ำจะอาศัยการปรับวาล์ว ซึ่งการควบคุมอัตราการไหลด้วยวิธีดังกล่าวมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากเกินความจำเป็น อีกทั้งในกรณีที่วาล์วน้ำเกิดความเสียหาย อาจส่งผลให้อัตราการไหลมีค่ามากเกินความเป็นจริง ซึ่งจะส่งผลให้แรงดันน้ำเพิ่มสูงขึ้น และทำให้ท่อเกิดความเสียหายได้ นอกจากนี้ในงานวิจัยได้นำเทคโนโลยีทางด้านระบบเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับระบบควบคุมอัตโนมัติของปั๊มน้ำสำหรับไร่มันสำปะหลัง ดังนั้นจึงทำให้ระบบควบคุมอัตโนมัติดังกล่าวสามารถใช้ได้ในทุกพื้นที่ทางการเกษตรของประเทศไทย โดยงานวิจัยนี้ได้มีการนำเสนอการออกแบบพิกัดปั๊มน้ำระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และชุดวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์เหนี่ยวนำหนึ่งเฟสของปั๊มน้ำ รวมถึงวิธีการออกแบบตัวควบคุมสำหรับการควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ จากผลการทดสอบจริง พบว่าระบบควบคุมที่นำเสนอในงานวิจัยสามารถควบคุมอัตราการไหลให้มีค่าคงที่ตามที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิผล และเมื่อทำการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าเปรียบเทียบระหว่าง กรณีการควบคุมด้วยวาล์ว กับระบบการควบคุมอัตโนมัติที่อัตราการไหลค่าเดียวกัน พบว่าการควบคุมอัตราการไหลด้วยระบบการควบคุมอัตโนมัติมีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า

จิตติพงษ์ บุษบา และคณะ (2561) ได้นำเสนอต้นแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับการเกษตรที่สามารถควบคุมการจ่ายน้ำในแปลงเกษตร สามารถวัดค่าความชื้นของดิน ความชื้นและอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม ในเครือข่ายไร้สายแบ่งโหนดออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ โหนดเซ็นเซอร์ (Sensor Nodes) และโหนดรวบรวมข้อมูล (Aggregator Nodes) ได้มีการใช้โปรโตคอล AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector)ซึ่งเป็นโปรโตคอลค้นหาเส้นทางสื่อสารไร้สายเพื่อส่งต่อข้อมูลแบบหลายช่วง (Multi-Hops Routing Protocol)ลงบนโหนดเซ็นเซอร์เพื่อให้สามารถส่งข้อมูลที่วัดได้ไปยังโหนด รวบรวมข้อมูล ในขณะที่โหนดรวบรวมข้อมูลได้ใช้โปรโตคอลแถวคอยข้อความ MQTT (Message Queue Telemetry Transport) เป็นตัวกลาง (Broker) ในการส่งข้อมูลออกจากเครือข่ายไร้สายไป ยังระบบฐานข้อมูล นอกจากนั้นในโครงงานนี้ยังได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บแบบตอบสนอง ต่อขนาดของการแสดงผล (Responsive Web Application) เพื่อนำเสนอค่าความชื้นและอุณหภูมิที่วัดได้ในรูปแบบกราฟฟิก และยังสามารถควบคุมการเปิดปิดของการจ่ายน้ำได้แบบอัตโนมัติหรือสั่ง จากโดยตรงจากโปรแกรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ธนพนธ์ สุพัฒนกิจกุล (2558) บทความนี้นำเสนออุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิตู้แช่ด้วยอาดุยโน่ (Freezer Temperature Controller Using Arduino: FTC) เพื่อทดแทนอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิโทโมสตัท (Thermostat) เนื่องจากการควบคุมอุณหภูมิเป็นแบบโลหะสัมผัส มีค่าผิดพลาดสูง การเปลี่ยนค่าอุปกรณ์และการปรับแต่งค่าไม่สามารถทำได้ ส่งผลให้เกิดปัญหาอุณหภูมิต่ำเกินไปจนสินค้าเป็นน้ำแข็งก่อให้เกิดความเสียหาย รวมทั้งเมื่อใช้ไประยะเวลาหนึ่งจะเกิดความเสียหายต่อโลหะทำให้ไม่สามารถทำงานได้อีกต่อไป เครื่องควบอุณหภูมิ FTC ใช้อาดุยโน่มารับค่าอุณหภูมิจากเซนเซอร์แบบเรียลไทม์ (Realtime)เพื่อนำมาประมวลผลและสั่งงานให้รีเลย์ทำการจ่ายไฟฟ้าให้คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการทดลองจริงระบบ FTC สามารถรักษาระดับอุณหภูมิไว้ได้ตามที่กำหนดและอุณหภูมิมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.54 เปรียบเทียบกับอุปกรณ์ควบคุมที่ใช้โทโมสตัทอุณหภูมิไม่ตรงตามความต้องการ และอุณหภูมิมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 3.33

ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์ (2555) ได้ศึกษาการทำงานและประดิษฐ์เครื่องมือตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สำหรับงานสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัยและสามารถแสดงผลบนคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในงานเฝ้าระวังสุขภาพของคนงานอันเนื่องมาจากความร้อนและความชื้นสัมพัทธ์ที่ไม่เหมาะสม ในราคาที่ไม่แพง เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันจากต่างประเทศ โดยประกอบด้วยโครงสร้างการทำงานที่สำคัญ ดังนี้ ระบบเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (SHT11) ระบบฐานเวลาจริง (DS1307) ระบบแสดงผลบนหน้าจอ LCD (Liquid Crystal Display16x2) ระบบแสดงผลและบันทึกบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรมแบบ RS232 (VisualBasic 2008) และระบบประมวลผลกลาง (P89V51RD2) ผลการทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงในการใช้งานเปรียบเทียบกับเครื่องรุ่น Testo 608-H1พบว่าในส่วนของอุณหภูมิหน่วยเป็นองศาเซลเซียลมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 2.9 และในส่วนของความชื้นสัมพัทธ์หน่วย%RH(Relative Humidity) มีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ไม่สูงมากนักสำหรับต้นทุนโดยประมาณในการพัฒนาเครื่องต้นแบบ เท่ากับ 1,800 บาท ซึ่งราคาดังกล่าวถูกกว่าเครื่องที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ประมาณ 80% ดังนั้น จะเห็นได้ว่าหากมีการนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อยอดเพื่อผลิตในเชิงพาณิชย์จะสามารถช่วยลดการขาดดุลทางการค้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของผลิตภัณฑ์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เป็นอย่างมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

นพพล เชาวนกุล (2561) ได้พัฒนาระบบควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิของสารอาหารอัตโนมัติสำหรับการปลูกผักวิธีไฮโดรโปนิกส์ผ่านแอพพลิเคชั่นแอนดรอยด์ ฮาร์ดแวร์ออกแบบโดยเลือกใช้บอร์ดArduino ในการเขียน โปรแกรม ส่วนของการควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่าง จะใช้เซนเซอร์ตรวจวัดความเป็นกรด–ด่าง (Analog Ph Meter Pro) ในการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำที่มีธาตุอาหารละลายอยู่ เมื่อเซนเซอร์ตรวจพบว่าสารละลายธาตุอาหารมีค่าเป็น กรด ระบบจะสั่งให้

รีเลย์เปิดสวิตซ์ให้โซลินอยด์วาล์วเพิ่มค่าความเป็นด่างทำงาน เพื่อปรับค่าให้เป็นกลาง และเมื่อพบว่าสารละลายธาตุอาหารมีค่าเป็นด่าง ระบบจะสั่งให้รีเลย์เปิดสวิตซ์ให้โซลินอยด์วาล์วเพิ่มค่าความเป็นกรดทำงาน เพื่อปรับค่าให้เป็นกลาง ส่วนของการควบคุมอุณหภูมิจะใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (ไอซีดิจิตอลเบอร์ DS18b20) ในการตรวจวัดค่าอุณหภูมิเมื่ออุณหภูมิเกิน 30องศา ระบบจะสั่งให้รีเลย์เปิดสวิตซ์ให้ปั๊มน้ำพ่นหมอกทำงานเพื่อลดอุณหภูมิ เพื่อให้เหมาะสมกับความ ต้องการของผักไฮโดรโปนิกส์ผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถตรวจสอบค่าจากเซนเซอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิ อีกทั้งยังสามารถ ควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์วและปั๊มน้ำพ่นหมอกได้ ซึ่งจะช่วยในการอำนวยความสะดวกของผู้ปลูกได้เป็นอย่างดี

ปองพล นิลพฤกษ์และคณะ (2561) ได้พัฒนาระบบตรวจวัดและแจ้งเตือนสภาพดินในสวนทุเรียน และลงพื้นที่กับเกษตรกรรายย่อยเพื่อแก้ปัญหา ดังกล่าว โดยได้ศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งาน วิเคราะห์และออกแบบระบบ พัฒนาระบบ ต้นแบบทั้งในส่วนของซอฟต์แวร์ซึ่งประยุกต์กับฐานความรู้ในระบบ และฮาร์ดแวร์ซึ่งเชื่อมต่อกับ เซนเซอร์ความเป็นกรดด่าง ความชื้น อุณหภูมิ และปริมาณแสงในดิน เป็นต้น รวมถึงการติดตั้งระบบและ ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย ผลการศึกษาพบว่า การติดตั้งระบบต้นแบบซึ่งทำงานได้ปกติพลังงานจาก แผงโซล่าเซลล์สามารถส่งพลังงานให้ระบบทำงานได้อย่างต่อเนื่องถ้ามีแสงอาทิตย์ส่องถึง เกษตรกรสามารถ ปรับการแจ้งเตือนความชื้นและค่าความเป็นกรดด่างที่ เหมาะสมตามสูตรเฉพาะได้โดยตรงผ่านแอปพลิเคชัน ฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ทำงานได้ครบทุกส่วน ระบบสามารถรองรับ จำนวนอุปกรณ์ที่มีเพิ่มในอนาคตได้ผลการประเมิน ประสิทธิภาพของระบบและความพึงพอใจของผู้ใช้งานของแอปพลิเคชันได้คะแนน 4.31/5.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้เกษตรกรรายย่อยยังเข้าถึงอุปกรณ์ตรวจวัดต้นแบบในราคาที่ยอมรับได้ ในอนาคตสามารถ ลดต้นทุนของอุปกรณ์ต้นแบบ และยังต่อยอดในระบบฟาร์มอัจฉริยะกับพืชชนิดอื่นได้

วีรศักดิ์ ฟองเงิน และคณะ (2561) ได้ออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์โดยมีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อการเพาะเห็ดตลอดจนการออกแบบโครงสร้างโรงเรือนที่เหมาะสมโดยแบ่งการทดสอบออก 2 ส่วนคือการทดสอบในส่วนของระบบควบคุมและการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดในโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นโดยนำก้อนเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้ามาทดสอบจานวน300 ก้อนและเปรียบเทียบประสิทธิภาพโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่สร้างขึ้นกับโรงเรือน ผลการทดสอบระบบควบคุมการทำงานพบว่าระบบสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ออกแบบไว้ซึ่งให้ผลผลิตเป็นที่พอใจและในส่วนการทดสอบผลผลิตของดอกเห็ดพบว่าเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนที่มีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นมีปริมาณที่มากกว่าโรงเรือนแบบทั่วไปและเมื่อนำดอกเห็ดที่ได้มาชั่งน้ำหนักพบว่าเห็ดที่ได้จากโรงเรือนที่มีการควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

อุณหภูมิและความชื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 1.506 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 ซึ่งเมื่อเทียบกับเห็ดที่เก็บจากโรงเรือนแบบทั่วไปพบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ย 1.206 กิโลกรัมและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.28 ซึ่งผลการทดสอบนี้เป็นการยืนยันว่าอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดและนอกจากระบบควบคุมจะสามารถใช้ในโรงเรือนได้แล้วยังสามารถประยุกต์ใช้ควบคุมในกระบวนการบ่มเชื้อเห็ดเพื่อเร่งการเจริญเติบของเชื้อเห็ดได้อีกด้วย

ศิวาพร เหมียดไธสง และคณะ (2558) บทความนี้เป็นการนำเสนอวิธีการในการลดการใช้สารเคมีและสารพิษตกค้างลุ่มแม่น้ำเพชรบุรีอีกวิธีหนึ่ง ด้วยระบบเครือข่าย เซนเซอร์ไร้สาย นอกจากวิธีการที่ใช้กันอยู่ คือการเกษตรอินทรี งานวิจัยนี้เป็นวิธีการที่มุ่งไปที่การสร้างและออกแบบเทคโนโลยีเครือข่าย เซ็นเซอร์ไร้สายในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ใน การควบคุมและจัดการกับโรคและแมลงด้วยการควบคุมสภาพแวดล้อม การปลูกและดูแลรักษาแทนที่จะใช้ยาฆ่าแมลง ยากำจัดโรคพืช ซึ่งเป็น อันตรายต่อมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อม ระบบที่สร้างขึ้นจะติดตั้งใน พื้นที่ตามลุ่มแม่น้ำเพชรบุรี เก็บบันทึกข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการควบคุมแมลงและโรคพืช ใน การปลูกพืช

Gianluca Barbon.(2559).ไมโครคอนโทรลเลอร์เช่น Arduino มีการใช้กันอย่างแพร่หลายโดยผู้ผลิตทุกชนิดทั่วโลก ความนิยมได้รับแรงผลักดันจากการใช้งานที่เรียบง่ายของ Arduino และเซ็นเซอร์และไลบรารีจำนวนมากที่มีอยู่เพื่อขยายความสามารถขั้นพื้นฐานของคอนโทรลเลอร์เหล่านี้ ทศวรรษที่ผ่านมาได้เห็นการเพิ่มขึ้นของโซลูชั่นวิศวกรรมซอฟต์แวร์สำหรับ “อินเทอร์เน็ตของสิ่ง” แต่ในหลายกรณีการแก้ปัญหาเหล่านี้ต้องใช้ทรัพยากรการคำนวณที่สูงกว่าง่ายกว่าไมโครคอนโทรลเลอร์จำกัด ทรัพยากรน่าแปลกที่ทั้ง ๆ ที่เป็นส่วนผสมพื้นฐานของระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ซับซ้อนดูเหมือนจะไม่มีวิธีที่ง่ายและยืดหยุ่นในการขยายขีดความสามารถพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์และ เพื่อประสานงานไมโครที่เชื่อมต่อกัน - ผู้ควบคุมใน“ อินเทอร์เน็ตของทุกสิ่ง”แท้จริงแล้วความสามารถใหม่ ๆ ถูกเพิ่มเข้ามาในแต่ละแอพพลิเคชั่นและการสื่อสารนั้น จำกัด อยู่เฉพาะโปรโตคอลโปรโตคอลแบบจุดต่อจุดที่กำหนดเป้าหมายฮาร์ดแวร์ I / O มากกว่าบริการที่ฮาร์ดแวร์นี้มอบให้ในบทความนี้เรานำเสนอโมเดลArduino Service Interface Programming (ASIP) ซึ่งเป็นโมเดลใหม่ที่แก้ไขปัญหาข้างต้นโดยให้บริการ “นามธรรม” เพื่อเพิ่มความสามารถใหม่ให้กับคอนโทรลเลอร์ไมโครคอนโทรลเลอร์และ ให้การสนับสนุนสำหรับ บอร์ดเครือข่ายที่ใช้กลยุทธ์ที่หลากหลายรวมถึงการเชื่อมต่อซ็อกเก็ตอุปกรณ์เชื่อมโยง MQTT-based ส่งข้อความสมัครบริการการค้นพบและอื่น ๆ เราให้การใช้งานโอเพ่นซอร์สของรหัสที่ทำงานบนบอร์ด Arduino และไคลเอนต์ห้องสมุดใน Java, Python แร็กเก็ตและ Erlang เราแสดงให้เห็นว่า ASIP ช่วยให้การพัฒนาแอพพลิเคชั่นที่ไม่ใช่เรื่องเล็ก ๆ น้อย ๆ (การประสานงานของอินพุท / เอาท์พุทเป็นอย่างไรบนบอร์ดแบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

กระจายและการใช้อัลกอริทึมการติดตามบรรทัดสำหรับหุ่นยนต์ระยะไกล) และเราประเมินประสิทธิภาพของ ASIP ในหลายวิธีทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

Jirapond Muangprathub.(2017).ได้เสนอการพัฒนาระบบรดน้ำพืชผลทางการเกษตรอย่างเหมาะสมบนพื้นฐานของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย งานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบควบคุมโดยใช้เซ็นเซอร์โหนดในแปลงเพาะปลูกด้วยการจัดการข้อมูลผ่านสมาร์ทโฟนและเว็บแอปพลิเคชัน ส่วนประกอบสามอย่างคือฮาร์ดแวร์เว็บแอปพลิเคชันและแอปพลิเคชันมือถือ องค์ประกอบแรกได้รับการออกแบบและดำเนินการในฮาร์ดแวร์กล่องควบคุมที่เชื่อมต่อเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับพืช เซ็นเซอร์ความชื้นในดินใช้สำหรับตรวจสอบสนามเชื่อมต่อกับกล่องควบคุม คอมโพเนนต์ที่สองคือแอปพลิเคชันบนเว็บที่ออกแบบและดำเนินการเพื่อจัดการรายละเอียดข้อมูลการครอบตัดและข้อมูลภาคสนาม ส่วนประกอบนี้ใช้การทำเหมืองข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำนายอุณหภูมิความชื้นและความชื้นในดินที่เหมาะสมสำหรับการจัดการการเจริญเติบโตของพืชในอนาคตที่เหมาะสม ส่วนประกอบสุดท้ายใช้เพื่อควบคุมการให้น้ำผ่านแอพพลิเคชั่นมือถือในสมาร์ทโฟนเป็นหลัก สิ่งนี้อนุญาตให้ผู้ใช้ควบคุมโดยอัตโนมัติหรือด้วยตนเอง การควบคุมอัตโนมัติใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ความชื้นในดินเพื่อการรดน้ำ อย่างไรก็ตามผู้ใช้สามารถเลือกการควบคุมการรดน้ำด้วยตนเองในโหมดควบคุมการทำงาน ระบบสามารถส่งการแจ้งเตือนผ่าน LINE API สำหรับแอปพลิเคชัน LINE ระบบได้ดำเนินการและทดสอบใน อำเภอมะขามเตี้ย จังหวัดสุราษฎร์ธานีผลการวิจัยพบว่าการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร ความชื้นของดินได้รับการดูแลอย่างเหมาะสมเพื่อการเจริญเติบโตของผักลดต้นทุนและเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ยิ่งกว่านั้นงานนี้แสดงถึงการขับเคลื่อนการเกษตรด้วยนวัตกรรมดิจิทัล

Natalia Rogovska.(2015).การปรับปรุงดินชีวภาพโดยใช้ดินเป็นสมมติฐานเพื่อช่วยลดผลกระทบด้านคุณภาพดินที่อาจเกิดขึ้นจากการเก็บเกี่ยวเศษพืชเพื่อผลิตพลังงานชีวภาพ การศึกษานี้มีผลกระทบเชิงปริมาณของการประยุกต์ใช้ชีวเคมีแบบใช้ครั้งเดียวต่อผลผลิตและการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินในพื้นที่แถบมิดเวสต์ของสหรัฐอเมริกาที่มีการเก็บเกี่ยวข้าวโพด (Zea mays) การทดลองระยะยาวได้ถูกจัดตั้งขึ้นใน Boone County,Iowa โดยการประยุกต์ใช้ 0, 9.8 และ 18.4 Mg ha−1จากการสลายตัวทางชีวภาพของไม้เนื้อแข็ง <0.64 ซม. ในฤดูใบไม้ร่วงปี 2550 วัดค่าคุณสมบัติของดินในฤดูร้อนปี 2553 หลังจากการใช้สารชีวภาคสามปีและหลังจากการเก็บเกี่ยวสตอร์เวอร์สองครั้ง (0, ∼50 และ ∼90% อัตราการปฏิสนธิถูกปรับเพื่อบัญชีสำหรับการกำจัดสารอาหารที่มีสารตกค้าง วัดผลผลิตข้าวโพดและมวลชีวภาพสำหรับปีการเพาะปลูกปี 2551-2555 การประยุกต์ใช้ Biochar เพิ่มคาร์บอนทั้งหมด (TC) ของดินประมาณ 0.5% และ Ph ของดินประมาณ 0.5 หน่วย Ph แต่ไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญกับไนโตรเจนทั้งหมด (TN), ความเข้มข้นของสารอาหารทดสอบดินความหนาแน่นรวม(BD), เสถียรภาพรวมหรือไอออนบวกที่มีประสิทธิภาพ กำลังการแลกเปลี่ยน (ECEC) การกำจัดสารตกค้างไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ต่อ TC, TN, ECEC หรือสารอาหารทดสอบดินยกเว้นความเข้มข้นของ Zn และ S ที่สกัดได้ Mehlich III การกำจัดสารตกค้าง 90% ช่วยลดเส้นผ่านศูนย์กลางรวมของน้ำหนักเปียกโดยรวมได้ถึง 13%เมื่อเทียบกับการไม่มีสารตกค้าง ในช่วงห้าปีแรกของการศึกษาการกำจัดสารตกค้าง 50 และ 90% อย่างมีนัยสำคัญเพิ่มผลผลิตข้าวโพดข้าวโพด 1.4 มก. สำหรับการกำจัดสารตกค้างเป็นศูนย์ แต่ไม่ใช้สำหรับการกำจัดสารตกค้าง 50% และ 90% การกำจัดสารตกค้างเพิ่มผลผลิตในระดับที่สูงขึ้นในช่วงหลายปีของความเครียดเนื่องจากความชื้นส่วนเกิน (2008 และ 2010) หรือภัยแล้ง (2012) ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตในปี 2554 ซึ่งเป็นปีที่มีสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวย ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าในช่วงห้าปีแรกของการศึกษาการกำจัดสิ่งตกค้างโดยทั่วไปมีผลในเชิงบวกต่อผลผลิตของข้าวโพดที่ยังคงอยู่ การใช้ไบโอชาในอัตราที่สูงจะช่วยเพิ่มผลผลิตในแปลงที่มีการกำจัดสารตกค้าง 0%Mg ha , 1 , เฉลี่ยในทุกทรีทเม้นต์ biochar เมื่อทำการวิเคราะห์เป็นประจำทุกปีbiochar ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตข้าว แต่เมื่อเฉลี่ยตลอดปีที่ผ่านมาอัตราการประยุกต์ใช้ biochar 18.4 Mgha-1, 1เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญผลผลิต 0.49 Mg ha-1สำหรับการกำจัดสารตกค้างเป็นศูนย์ แต่ไม่ใช้สำหรับการกำจัดสารตกค้าง 50% และ 90% การกำจัดสารตกค้างเพิ่มผลผลิตในระดับที่สูงขึ้นในช่วงหลายปีของความเครียดเนื่องจากความชื้นส่วนเกิน (2008 และ 2010) หรือภัยแล้ง (2012) ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตในปี 2554 ซึ่งเป็นปีที่มีสภาพภูมิอากาศที่เอื้ออำนวย ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าในช่วงห้าปีแรกของการศึกษาการกำจัดสิ่งตกค้างโดยทั่วไปมีผลในเชิงบวกต่อผลผลิตของข้าวโพดที่ยังคงอยู่ การใช้ไบโอชาในอัตราที่สูงจะช่วยเพิ่มผลผลิตในแปลงที่มีการกำจัดสารตกค้าง 0%

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานของการพัฒนาระบบเซ็นเซอร์สภาพแวดล้อมสำหรับการประเมินระบบการตรวจสอบคุณภาพของดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ได้แบ่งวิธีเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนการพัฒนาระบบและเว็บไซต์ โดยการใช้ภาษา HTML ในการสร้างเว็บไซต์และใช้ภาษา PHP เชื่อมต่อกับข้อมูลในฐานข้อมูลบน PhpPgAdmin เพื่อแสดงค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ กับ ส่วนการพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์ ที่จะเป็นตัวส่งข้อมูลให้ไปปรากฏบนเว็บไซต์และแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาขึ้น โดยมาจากการออกแบบชิ้นงานจากเซนเซอร์เพื่อนำมาสร้างเป็นระบบสำหรับการติดตามคุณภาพของดิน

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2 การพัฒนาระบบเซนเซอร์

3.3 การออกแบบฐานข้อมูล

3.4 การส่งข้อมูล

3.5 การพัฒนา Web Map Application

3.6 การพัฒนา Web Application

3.7 การแจ้งเตือนผ่าน Line Notify

3.8 พัฒนาและปรับปรุงระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 ชนิดของเซนเซอร์ที่ใช้พัฒนาระบบ

ตารางที่ 2 ชนิดของเซนเซอร์

	SF200-SHT10	หัววัดอุณหภูมิและความชื้นในดิน โดยใช้เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นเดิมเป็นองค์ประกอบหลัก สามารถเชื่อมต่อโดยตรงกับชิปไมโครคอมพิวเตอร์ มีความมั่นคงสูง -ระยะเวลาการใช้งานนาน เนื่องจากตัวเซนเซอร์ไม่ได้สัมผัสกับดินโดยตรง
	SF200-SHT10	ใช้สำหรับวัดค่า pH และค่าปริมาณธาตุอาหารในดิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

	WEMOS D1 R1	เป็น Board ที่มีขนาดเท่ากับ Arduino UNO ที่มีชิพ ESP8266 ที่สามารถส่งข้อมูลได้โดยผ่าน wifi ตัวบอร์ดมีคุณสมบัติเดียวกับ NodeMCU คือมีเสาสัญญาณ Wi-Fi มาให้ในตัว ใช้ความถี่ 2.4 Ghz จึงทำให้สามมารถเชื่อมต่อ Internet
	LCD I2c 16x2	โครงสร้างของ LCD ทั่วไปจะประกอบขึ้นด้วยแผ่นแก้ว 2 แผ่นประกบกันอยู่ โดยเว้นช่องว่างตรงกลางไว้ 6-10 ไมโครเมตร ผิวด้านในของแผ่นแก้วจะเคลือบด้วยตัวนำไฟฟ้าแบบใสเพื่อใช้แสดงตัวอักษร ตรงกลางระหว่างตัวนำไฟฟ้าแบบใสกับผลึกเหลวจะมีชั้นของสารที่ทำให้โมเลกุลของผลึกรวมตัวกันในทิศทางที่แสงส่องมากระทบเรียกว่า Alignment Layer และผลึกเหลวที่ใช้โดยทั่วไปจะเป็นแบบ Magnetic

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.1.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. Arduino IDE
2. Apache Cordova
3. PhpPgAdmin
4. Visual Studio

หมายเหตุ : วิธีการติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE, Apache Cordova, Visual Studio ดูเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก ก.

3.1.3 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์

1.อุณหภูมิ
2.ความชื้น
3.ความเป็นกรดด่าง
4.ปริมาณธาตุอาหาร

3.2 การพัฒนาระบบเซนเซอร์

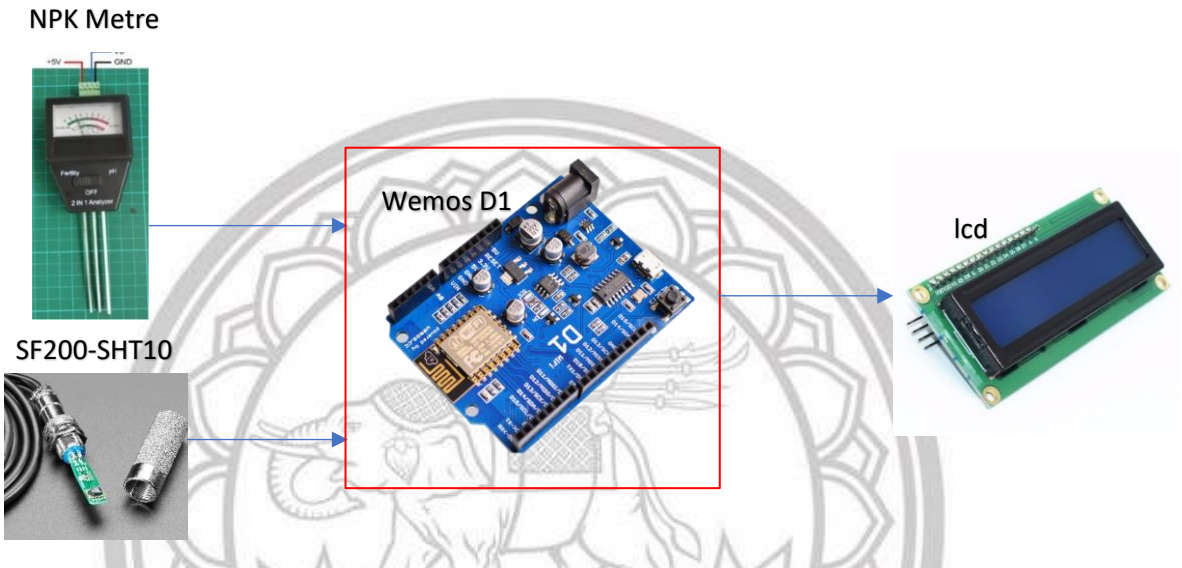
3.2.1 การออกแบบและหลักการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพของดินสำหรับการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การออกแบบอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพดินสำหรับการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นการออกแบบสำหรับการตรวจวัดและส่งการแจ้งเตือนคุณภาพของดินในการเพาะปลูกตามเวลาจริงโดยใช้เทคโนโลยีระเครือข่ายไร้สาย ผู้ใช้สามารถติดตามผลการตรวจวัดของแต่ละเซนเซอร์และรับการแจ้งเตือนได้ โดยนส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดประกอบไปด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทำหน้าที่รับค่าจากเซนเซอร์ต่าง ๆ สามารถส่งข้อมูลผ่ายเครือข่ายไร้สาย และสามารถส่งการแจ้งเตือนในช่วงที่คุณภาพของดินมีค่าที่ไม่เหมาะสมตามที่กำหนดเงื่อนไขได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

3.2.2 การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัด

การออกแบบเพื่อให้อุปกรณ์มีตัวเซนเซอร์จำนวนหลายตัวที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพของดินและติดตามผลจาการตรวจวัดตามเวลาจริง โดยสามารถแสดงรูปแบบ ดังรูปที่ 3.1



ภาพ 3.1 การพัฒนาระบบเซนเซอร์

3.2.3 เซนเซอร์

ชุดของเซนเซอร์สำหรับการอ่านข้อมูลปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มีเซนเซอร์หลักที่สำคัญคือ เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในดิน และเซนเซอร์สำหรับตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าปริมาณธาตุอาหารในดิน ซึ่งแสดงรายละเอียดในหัวข้อที่ 1.อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

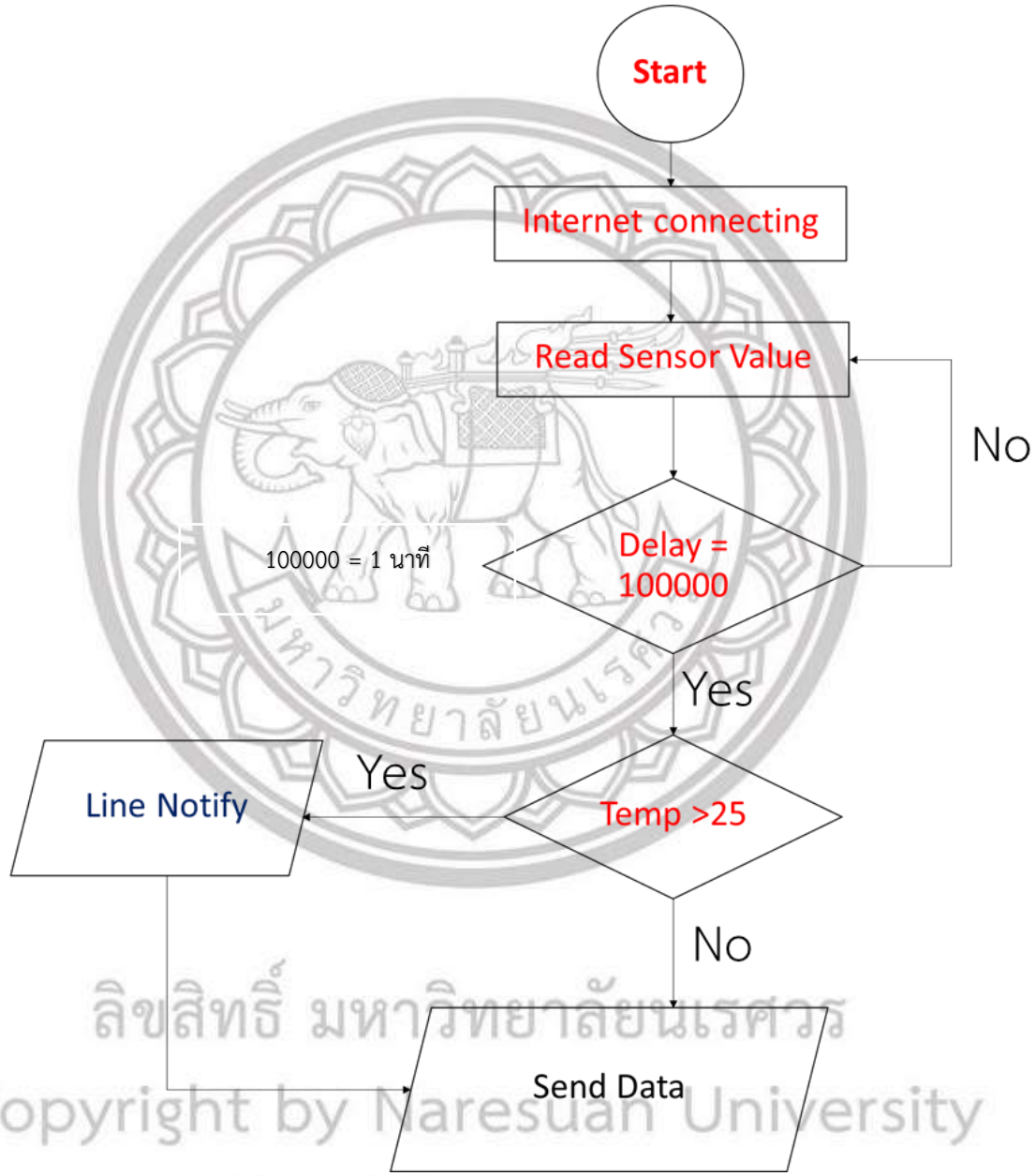
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

การออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดได้ใช้ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ wemos D1 ซึ่งเป็นบอร์ดสำเร็จรูป โดยภายในมีวงจรเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดกับอุปกรณ์ภายนอกได้ ถึงแม้จะมีช่องการเชื่อมต่อไม่มาก แต่ก็สามารถนำมาใช้สำหรับเชื่อมต่อเซนเซอร์ได้อย่างเพียงพอ และมีประสิทธิภาพสำหรับการประมวลผลสัญญาณข้อมูลที่ได้รับขากเซนเซอร์และสามารถรับส่งข้อมูลผ่าน esp8266 ที่ติดมาบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่ง esp8266มีโมดูลWi-Fiติดตั้งมาด้วย ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารกับระบบเครือข่ายเพื่อรับส่งข้อมูลผ่านโพรโตคอล

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ wemos D1 เริ่มต้นการทำงานจะมีลักษณะในการทำงานเมื่อระบบเซ็นเซอร์ถูกเปิดใช้งานนั่นคือเป็นการเริ่มต้นการทำงานของระบบ ระบบจะทำการเปิดการทำงานของพอร์ตซีเรียลของตัวเซ็นเซอร์แต่ละชนิดที่ได้ทำการต่อวงจร เมื่อตัวเซ็นเซอร์มีการเปิดการทำงานนั่นคือการสั่งการให้ตัวเซ็นเซอร์เริ่มต้นการอ่านค่าตามแต่เซ็นเซอร์ชนิดนั้น ๆ โดยมีการกำหนดคำสั่งที่เป็นลักษณะของคำสั่งที่เป็นเงื่อนไขที่กำหนดว่า ถ้าคำสั่งในการอ่านค่าของตัวเซ็นเซอร์ได้อ่านค่าข้อมูลออกมา ให้ทำการหน่วงเวลาไว้เป็นเวลา1นาที แล้วจึงส่งค่าข้อมูลสภาพอากาศนั้นต่อไปยังฐานข้อมูล แต่ถ้าหากการทำงานของตัวเซ็นเซอร์ไม่มีการอ่านค่าข้อมูลสภาพอากาศให้ทำการย้อนกลับไปสู่กระบวนการอ่านค่าใหม่อีกครั้ง และถ้าตัวเซนเซอร์ได้อ่านค่าของข้อมูลออกมาแล้ว พบว่าค่าอุณภูมิมากกว่า25 องศา จะส่งการแจ้งเตือนผ่าน line notify จากนั้นจะส่งค่าเข้าสู่ฐานข้อมูล โดยกระบวนการนี้เป็นกระบวนการในการได้มาซึ่งข้อมูลที่มีการหน่วงค่าเวลาโดยประมาณ1นาที แล้วจึงทำการส่งข้อมูลไปยังฐานข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 3.2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

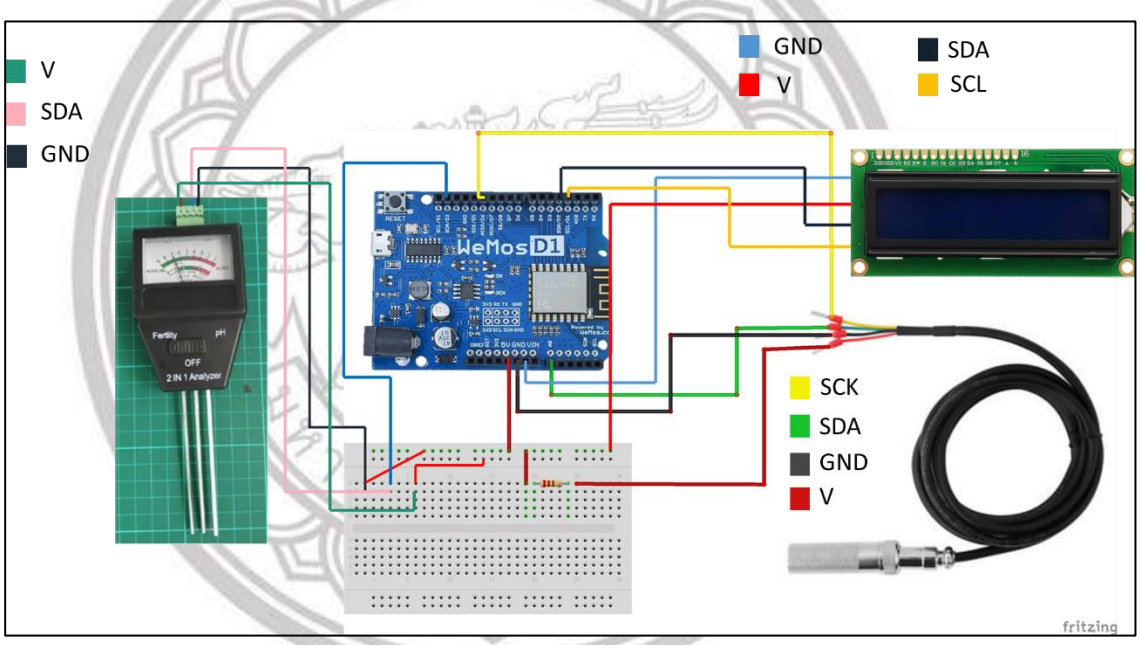


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพ 3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.5 การต่อวงจรเซนเซอร์

GND คือสาย Ground จุด ๆ หนึ่งในวงจรไฟฟ้าที่ใช้เป็นจุดอ้างอิงในการวัดแรงดันไฟฟ้า
SDA คือ serial data สายส่งสัญญาณ
SCL คือ serial clock สายส่งสัญญาเป็นช่วงเวลา
V คือ แหล่งจ่ายไฟ



ภาพ 3.3 การต่อวงจรเซนเซอร์

3.2.6 ชุดคำสั่งข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

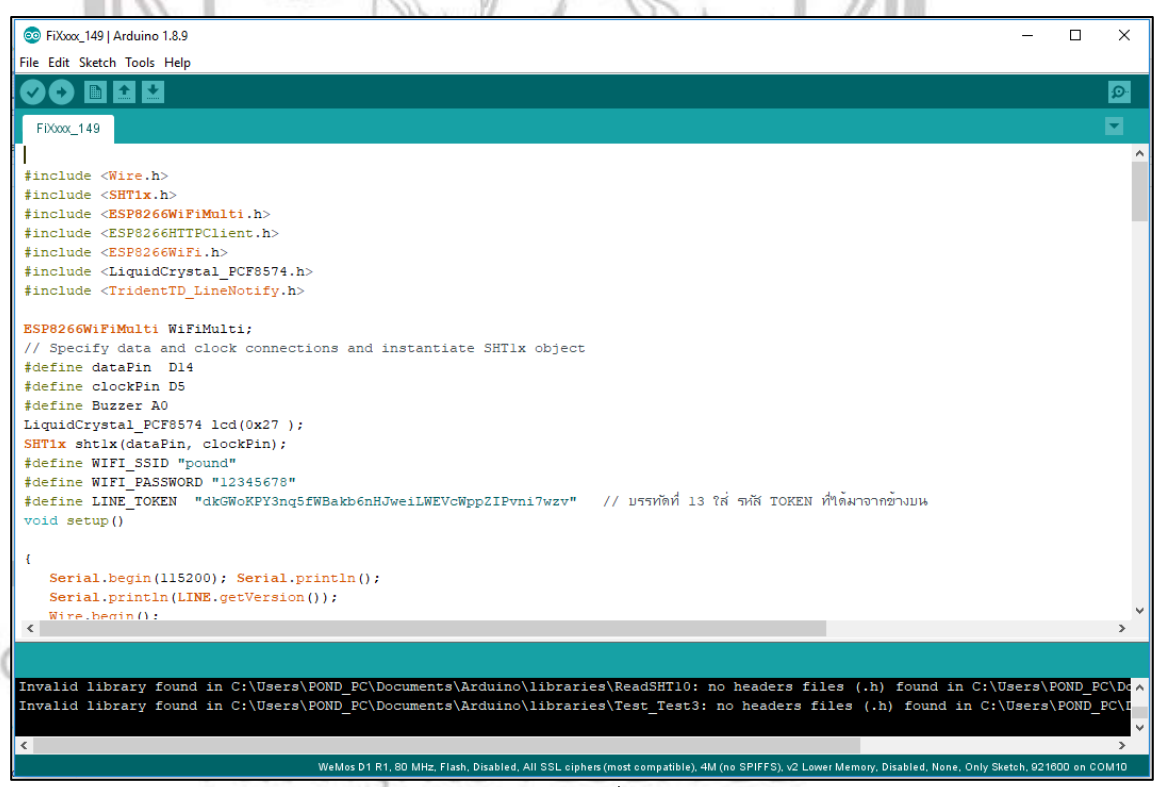
ขั้นตอนแรกในการจัดการกับการทำงานของเซนเซอร์คือโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับเขียนภาษา C เพื่อกำหนดคำสั่งเงื่อนไขการทำงานให้กับเซนเซอร์ด้วยการอัพโหลดคำสั่งที่เขียนไปยังตัวเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ไลบรารีที่ใช้ดังตารางที่ 3

Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

ตารางที่ 3 ชุดคำสั่งข้อมูล

<Wire.h>	ไลบรารี่ของจอLCD
<SHT1x.h>	ไลบรารี่เซนเซอร์ SHT10
<ESP8266WiFiMulti.h>	ไลบรารี่ของบอร์ด wemos D1 สำหรับเชื่อมต่อwifi
<ESP8266HTTPClient.h>	ไลบรารี่ของบอร์ด wemos D1 สำหรับเชื่อมต่อhttp
<ESP8266WiFi.h>	ไลบรารี่ของบอร์ด wemos D1 สำหรับเชื่อมต่อwifi
<LiquidCrystal_PCF8574.h>	ไลบรารี่ของจอLCD
<TridentTD_LineNotify.h>	ไลบรารี่การแจ้งเตือน line notify

ทำการเพิ่มโค้ด * เพื่อให้เซนเซอร์ทำการอ่านค่า



ภาพ 3.4 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

*ดูโค้ดเพิ่มเติมที่ภาคผนวกในหัวข้อโค้ดเซนเซอร์

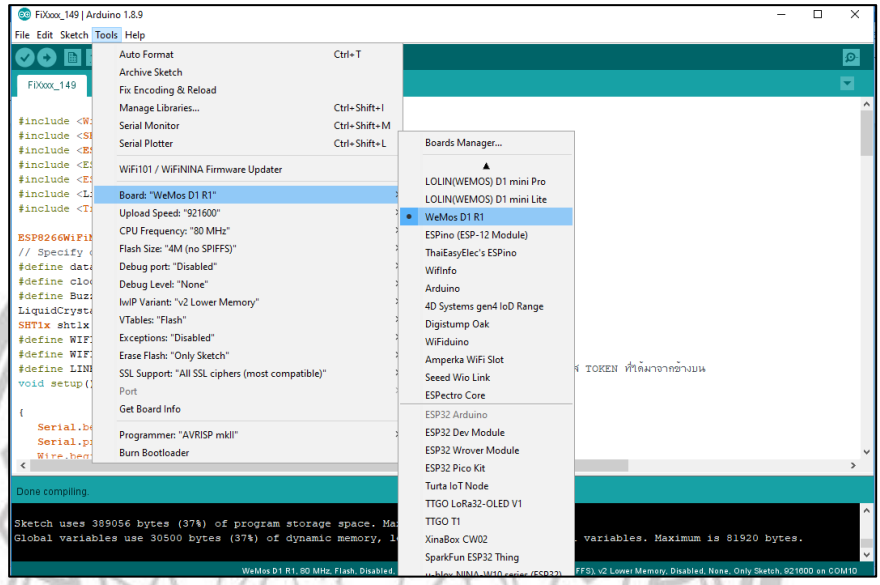
เมื่อทำการป้อนโค้ดเสร็จ ทำการเช็คโค้ดเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

ภาพ 3.5 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

โค้ดที่ถูกต้องจะแสดง Done compiling

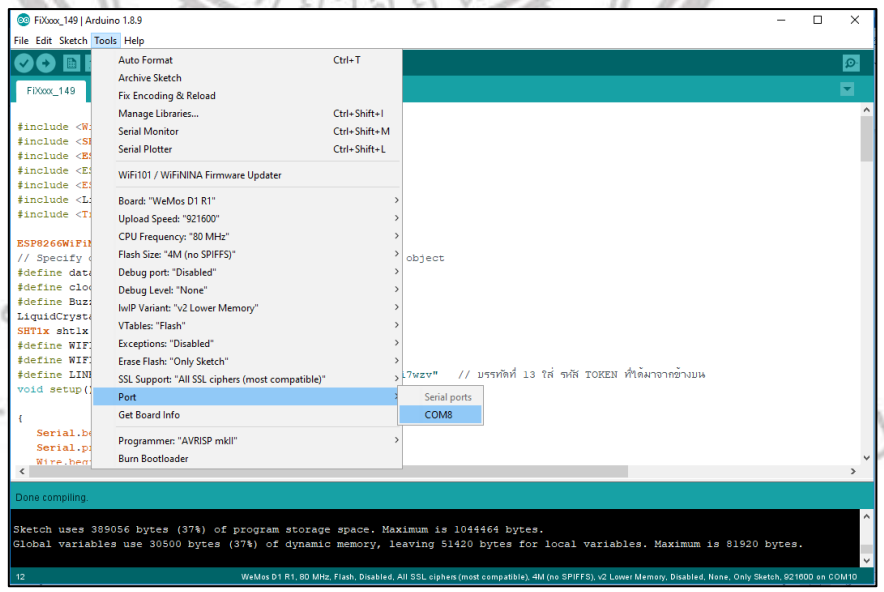
ภาพ 3.6 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

ต่อมาทำการเชื่อมต่อบอร์ด ทำการเลือกบอร์ดที่ตรงกับอุปกรณ์ที่ใช้ โดยคลิกที่ Tools> Board:> WeMos D1 R1



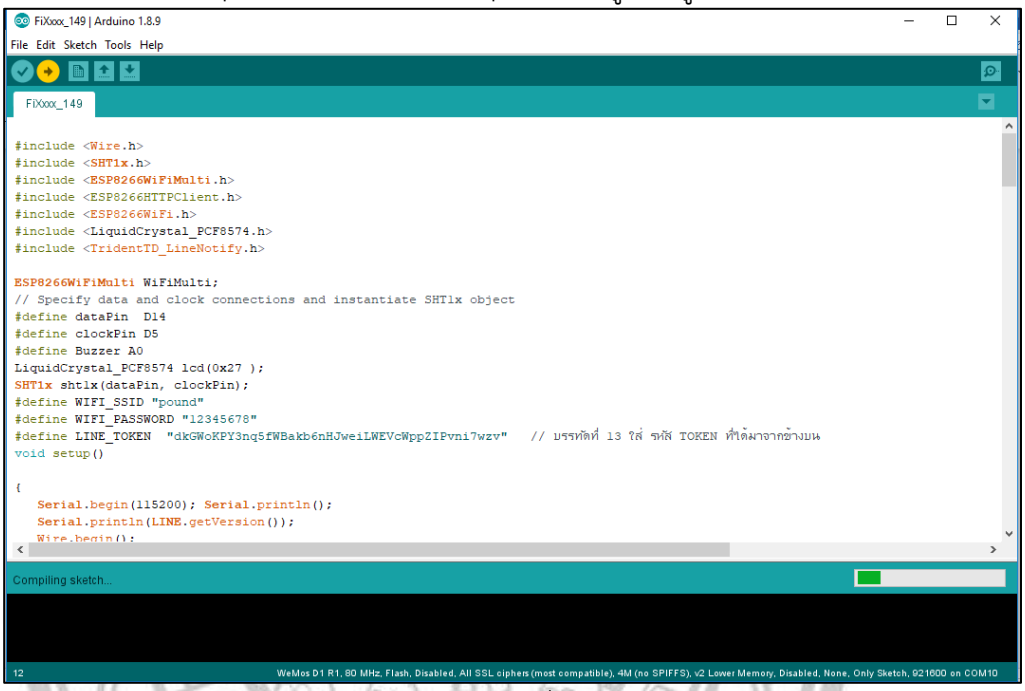
ภาพ 3.7 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

ต่อมาเลือก Port ให้ตรง เมื่อเราทำการเชื่อมต่อกับบอร์ดแล้ว ในส่วนของport จะแสดงขึ้นมาให้เลือกทันที



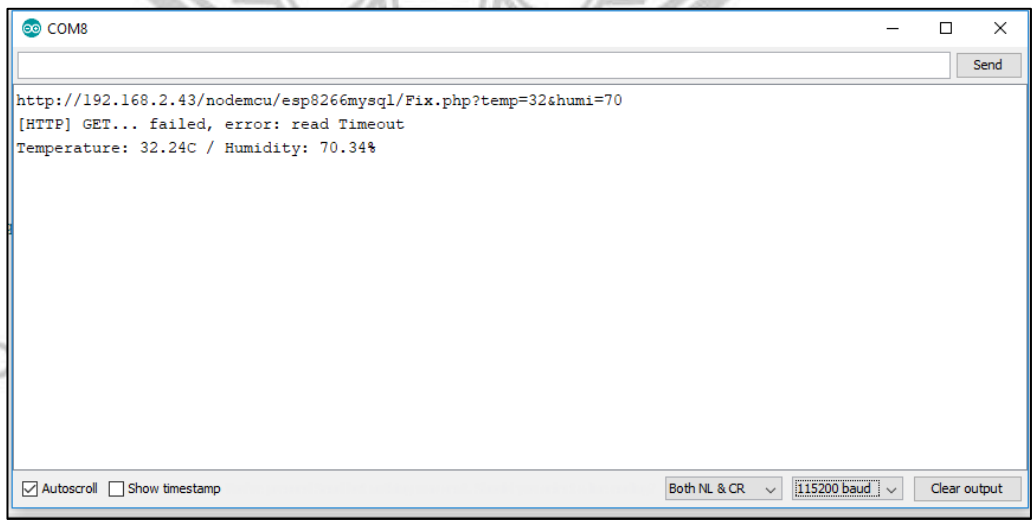
ภาพ 3.8 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

เมื่อทำการเลือกบอร์ดและport เสร็จแล้วทำการ Upload ข้อมูลเข้าสู่บอร์ด



ภาพ 3.9 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

เมื่อทำการอัพโหลดสำเร็จจะแสดงหน้าต่างเพื่อตรวจสอบค่าที่วัดได้



ภาพ 3.10 ชุดคำสั่งเซนเซอร์

3.3 การออกแบบและสร้างฐานข้อมูล Realtime Database

3.3.1 การออกแบบฐานข้อมูล

PostgreSQL เรียกได้ว่าเป็นระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุ-สัมพันธ์ (object-relational) แบบ ORDBMS โดยสามารถใช้รูปแบบคำสั่งของภาษา SQL ได้เกือบทั้งหมด นอกจากนี้ยังเป็นระบบฐานข้อมูลที่ทันสมัยที่สุดของ OpenSource ที่สามารถนำไปใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใด ๆ ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการออกแบบโครงสร้างและรูปแบบข้อมูลที่จัดเก็บบน PgAdmin ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Date	Temperature	Moisture	pH	Fertility
Current time stamp	numeric	numeric	numeric	numeric

ภาพ 3.11 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลส่วนจัดเก็บข้อมูลเซนเซอร์

จากภาพ 3.11 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลส่วนจัดเก็บฐานข้อมูล จะประกอบไปด้วย Date, Temperature, Moisture, pHและFertilityซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ตารางที่ 4 แสดงรายละเอียด *Value* ที่จัดเก็บข้อมูลเซนเซอร์

ชื่อตัวแปร	ความหมาย	รูปแบบการจัดเก็บ
Date	วันและเวลา	integer
Temperature	อุณหภูมิ	integer
Moisture	ความชื้น	integer
pH	ค่าความเป็นกรดด่างของดิน	integer
Fertility	ปริมาณธาตุอาหารในดิน	integer

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

จากตารางที่ 4 แสดงรายละเอียด Value ที่จัดเก็บค่าเซนเซอร์จากอุปกรณ์แบบ Realtime ตัวอย่างเช่น ตัวแปร pH มีหน้าที่จัดเก็บค่าความเป็นกรด-ด่าง ณ ปัจจุบันของเซนเซอร์ตรวจวัดค่าpH มีรูปแบบการจัดเก็บเป็นแบบเลขจำนวนเต็ม(Integer)เป็นต้น

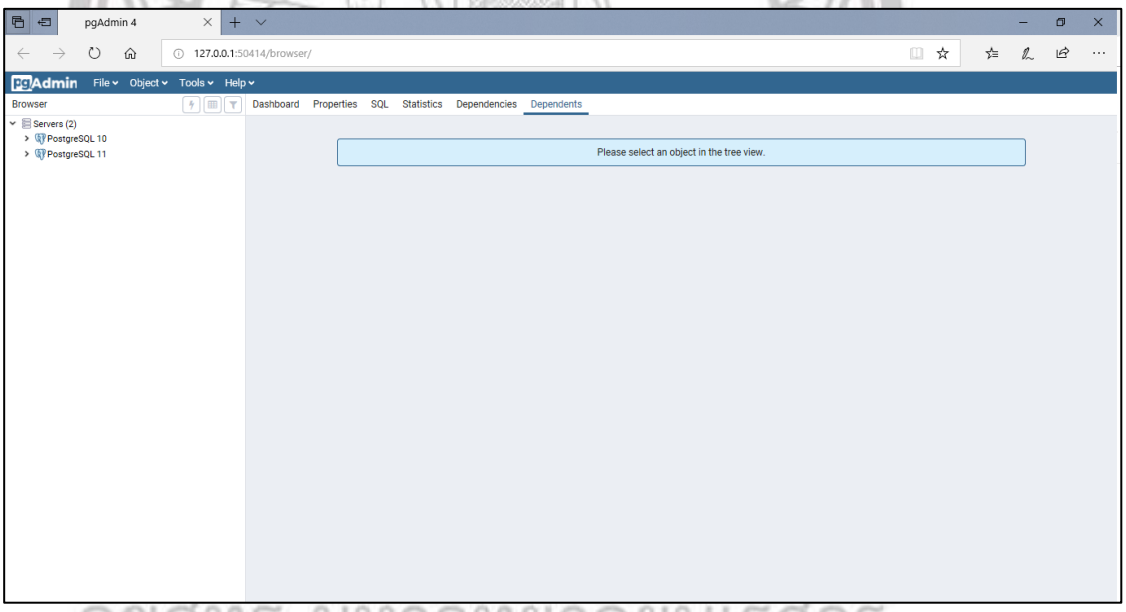
3.3.2 การสร้างฐานข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างฐานข้อมูลทั้งหมด 2 ระบบด้วยคือ ในส่วนของ Windows และ ในส่วนของ Linux

ในส่วนของ window จะเลือกใช้ซอฟต์แวร์ postgres และในส่วนของ Linux ใช้ซอฟต์แวร์ OSGeoLive มีรายละเอียดดังนี้

3.3.2.1 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Windows

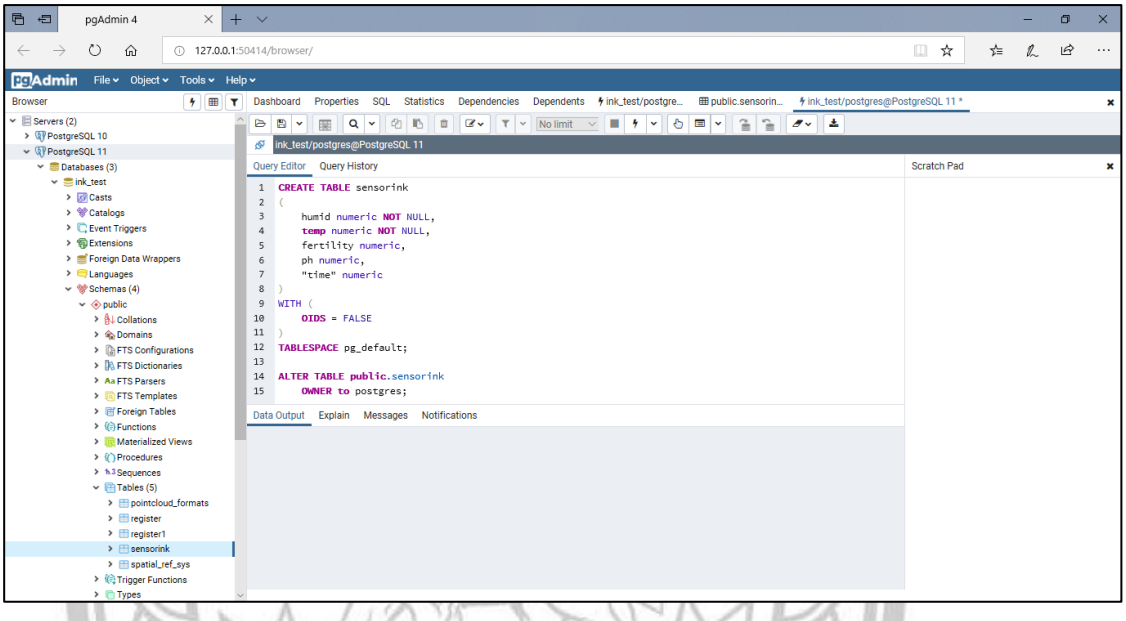
เข้าโปรแกรม phpPgAdmin



ภาพ 3.12 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Windows

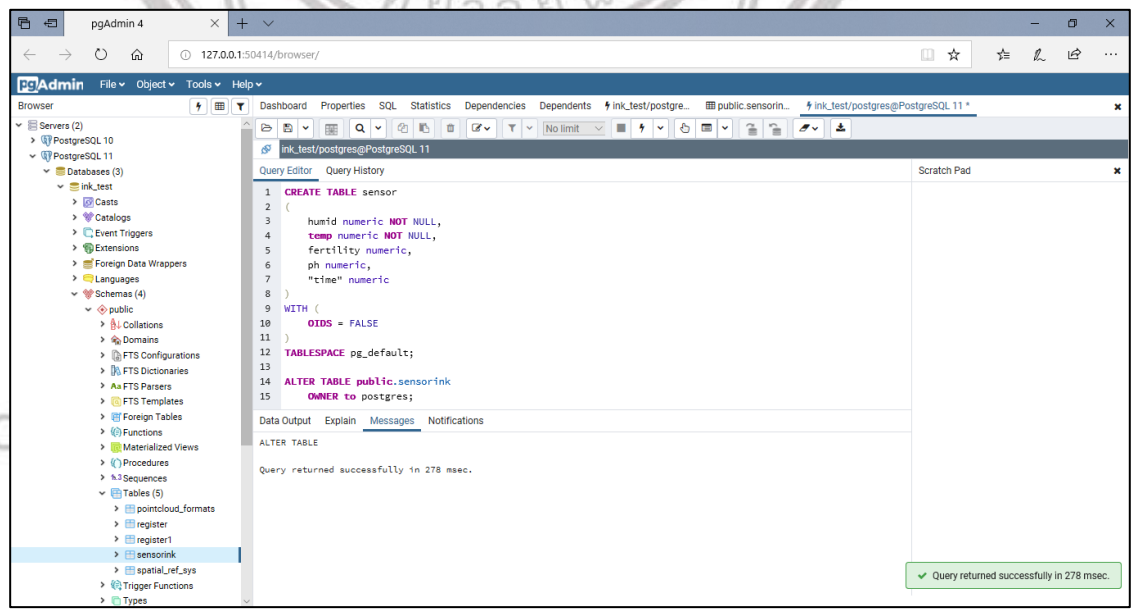
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ทำการสร้างตารางโดยใช้คำสั่ง Create table จากนั้นสร้างคอลัมที่ต้องการ



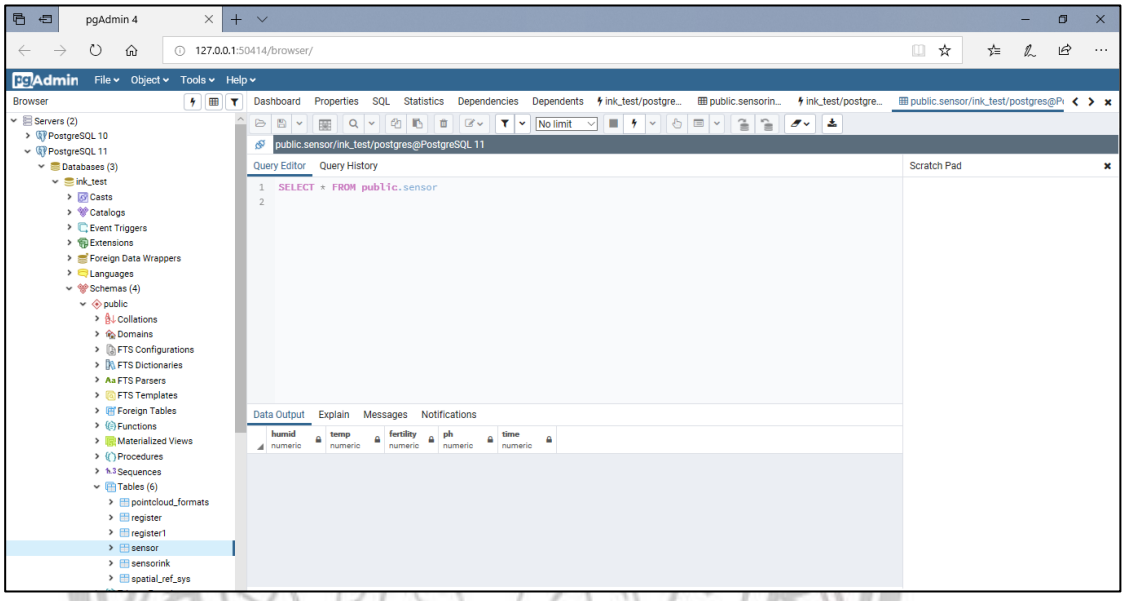
ภาพ 3.13 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Windows

ทำการ Execute เมื่อทำการสร้างตารางสำเร็จจะปรากฏดังภาพ



ภาพ 3.14 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Windows

ตารางที่ได้ไว้สำหรับเก็บข้อมูลจากเซนเซอร์



ภาพ 3.15 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Windows

3.3.2.2 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux

ลีนุกซ์ เป็นระบบปฏิบัติการเช่นเดียวกับ ดอส ไมโครซอฟต์วินโดวส์หรือยูนิกซ์ โดยลีนุกซ์นั้นจัดว่าเป็นระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ประเภทหนึ่ง การที่ลีนุกซ์เป็นที่กล่าวขานกันมากขณะนี้ เนื่องจากความสามารถของตัวระบบปฏิบัติการและโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนระบบลีนุกซ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมในตระกูลของ GNU (GNU's Not UNIX) และสิ่งที่สำคัญที่สุดก็คือระบบลีนุกซ์เป็นระบบปฏิบัติการประเภทฟรีแวร์ (Free Ware) คือไม่เสียค่าใช้จ่ายในการซื้อโปรแกรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

งานวิจัยนี้ เลือกใช้โปรแกรม virtual box สำหรับทำการติดตั้ง Linux Ubuntu สำหรับจำลองตนเองให้เป็นเครื่องแม่ข่าย ซึ่งโปรแกรม virtual box คือเป็นซอฟต์แวร์แบบโอเพนซอร์ประเภท Virtualization หรือหลายๆคนเรียนกันว่า VMware จะเป็นการจำลองระบบปฏิบัติอื่น ๆนอกเหนือนจากระบบหลักที่ติดตั้งอยู่ หรือเรียกง่ายๆสามารถใช้งานระบบปฏิบัติการ OS ได้มากกว่า 1 อย่างเช่นมีคอมพิวเตอร์หนึ่งใช้ระบบปฏิบัติการ Windows และใช้ซอฟต์แวร์ VirtualBox ทำให้เครื่องที่ใช้ Windows เพิ่มหน้าต่างการทำงานที่เป็นระบบปฏิบัติการอื่นเช่น Linux, MacOS, Windows, Solaris และ OpenSolaris ได้ นี่คือการจำลองการใช้งานที่เสมือนจริง และใช้ OSGeolive ในการทำงาน ซึ่ง OSGeolive คือชุดระบบที่นักพัฒนาด้าน FOSS4G ได้ร่วมกันพัฒนาขึ้นมี โดยมีการติดตั้งโปรแกรมเครื่องมือ ทางด้านภูมิสารสนเทศ ฐานข้อมูล Web Map Service ฯลฯ ไว้มากมาย โดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องทำการลงโปรแกรมด้วยตนเอง

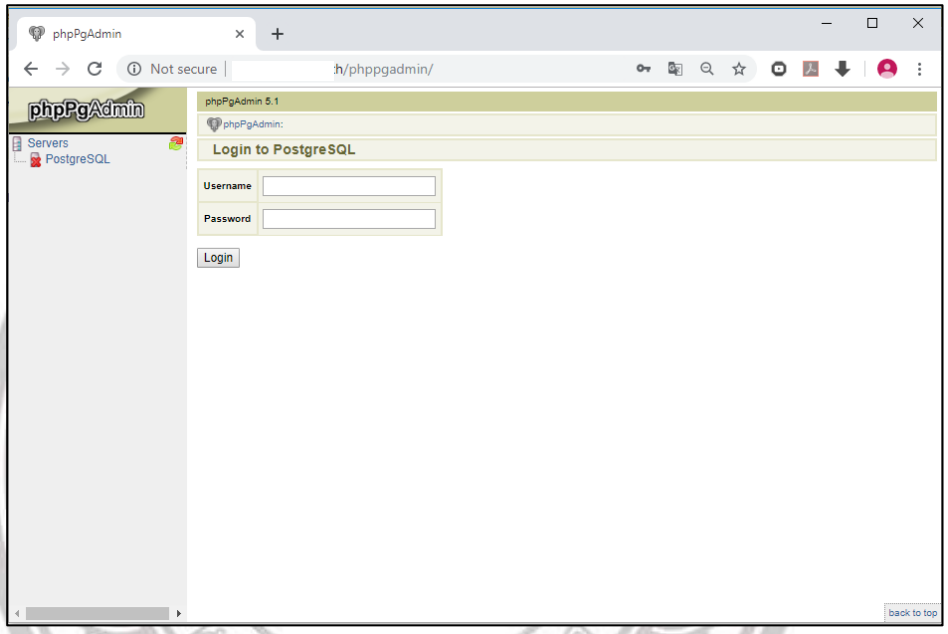
ภาพ 3.16 OSGeoLive

หมายเหตุ : การติดตั้ง OSGeo live ดูเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

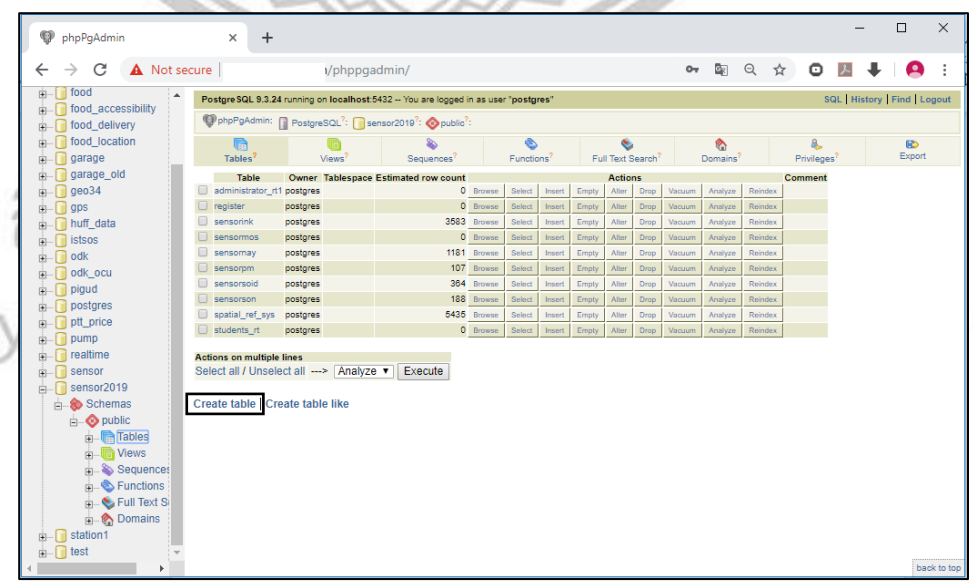
การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux

ทำการเข้า phpPgAdmin จากนั้นทำการเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล



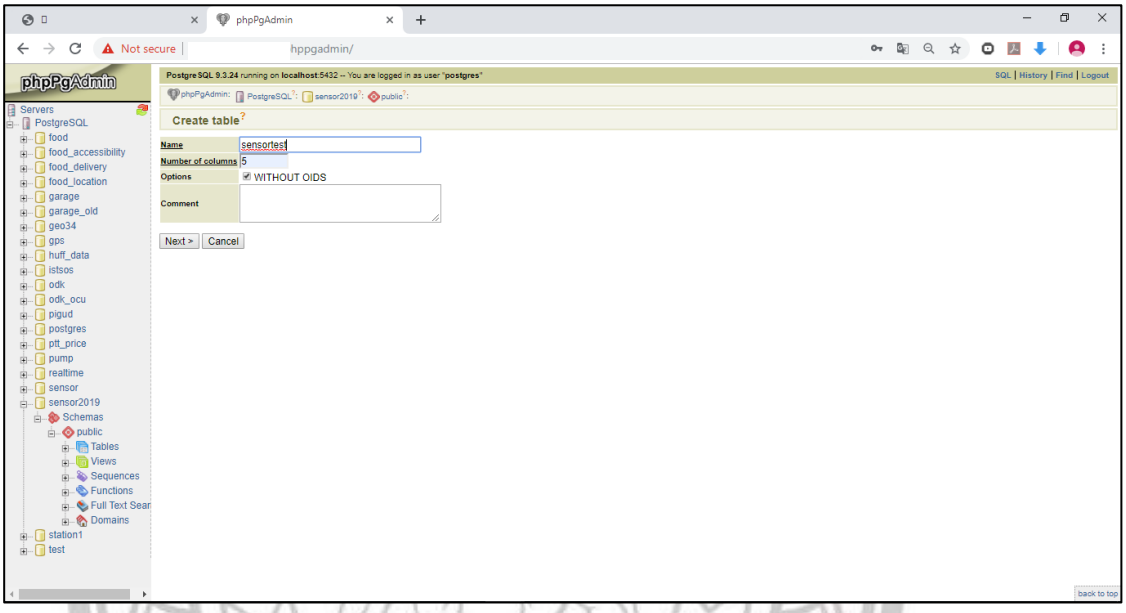
ภาพ 3.17 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux

เลือกฐานข้อมูลจากนั้นทำการสร้างตาราง



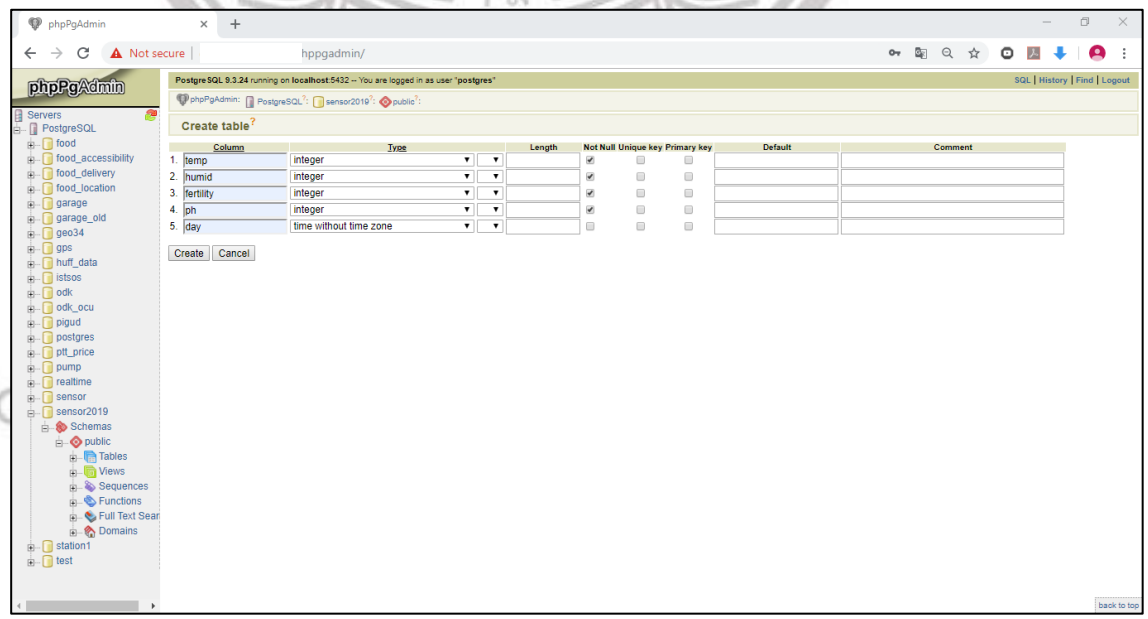
ภาพ 3.18 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ *Linux*

ตั้งชื่อตารางฐานข้อมูล และกรอกจำนวนคอลัมน์



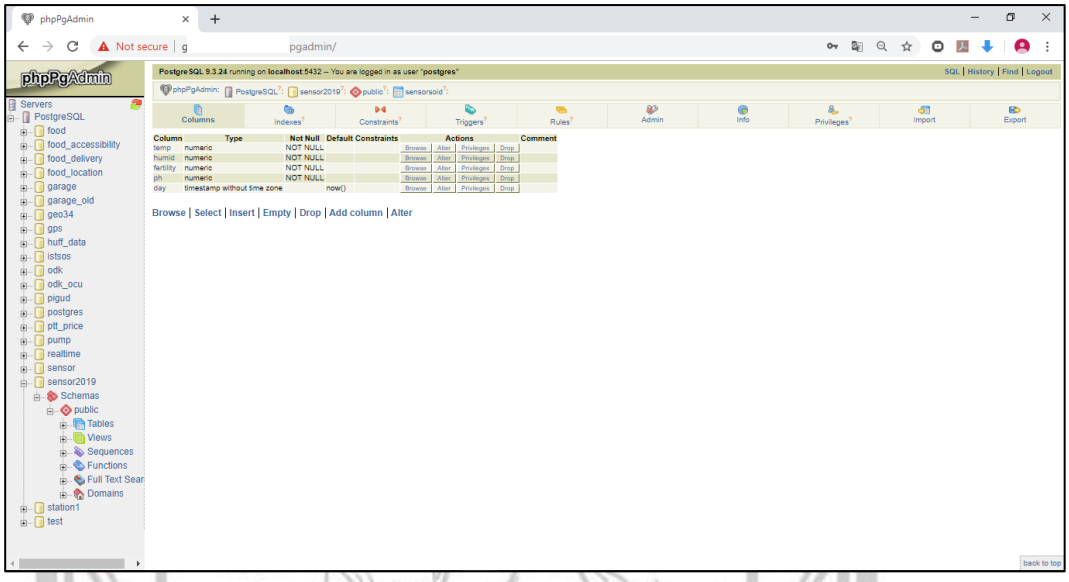
ภาพ 3.19 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ Linux

ตั้งชื่อคอลัมน์และกำหนดรูปแบบของข้อมูล



ภาพ 3.20 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ *Linux*

ผลที่ได้จากการสร้างตารางฐานข้อมูล



ภาพ 3.21 การสร้างฐานข้อมูลบนระบบ *Linux*

3.4 **การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล**

การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล คือการส่งข้อมูลที่วัดได้จากอุปกรณ์เซนเซอร์เข้าสู้ฐานข้อมูลที่เพื่อจัดเก็บเตรียมพร้อมข้อมูลสำหรับขึ้นนำเสนอข้อมูลผ่าน Web Map Application และ Mobile Application โดยสามารถส่งข้อมูลจากบอร์ด Arduino D1 เข้าสู่ฐานข้อมูลได้โดยตรงโดยใช้ภาษา PHP เป็นส่วนช่วยในการส่งข้อมูล เมื่อทำการเชื่อมต่อ Internet Wi-Fi โดยมีรายละเอียดดังนี้

Windows

1. **Arduino IDE**

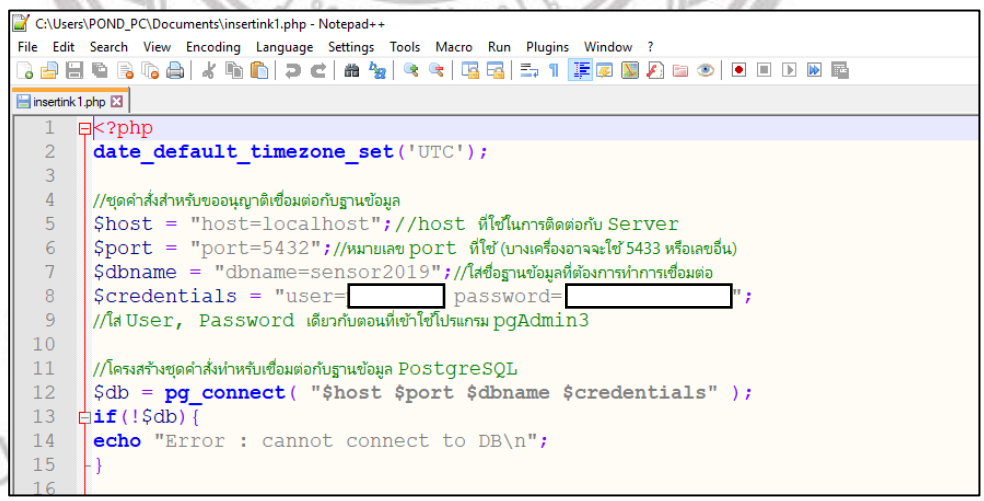
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ในส่วนนี้เมื่อเซนเซอร์เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต จะมีการส่งค่าที่ได้เข้าสู่ฐานข้อมูลโดยการใช้ไลบรารี่ <ESP8266HTTPClient.h> และมีส่วนของ PHP ที่ช่วยในการเพิ่มข้อมูล

ภาพ 3.22 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลบน windows

2. PHP

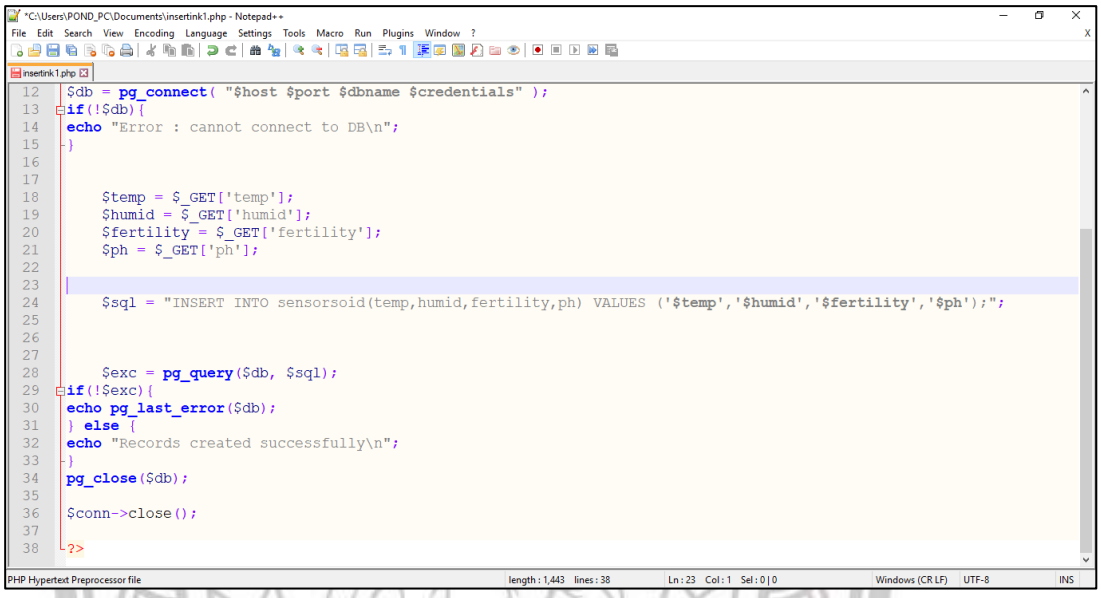
ส่วนของการเชื่อมต่อฐานข้อมูล



ภาพ 3.23 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลบน windows

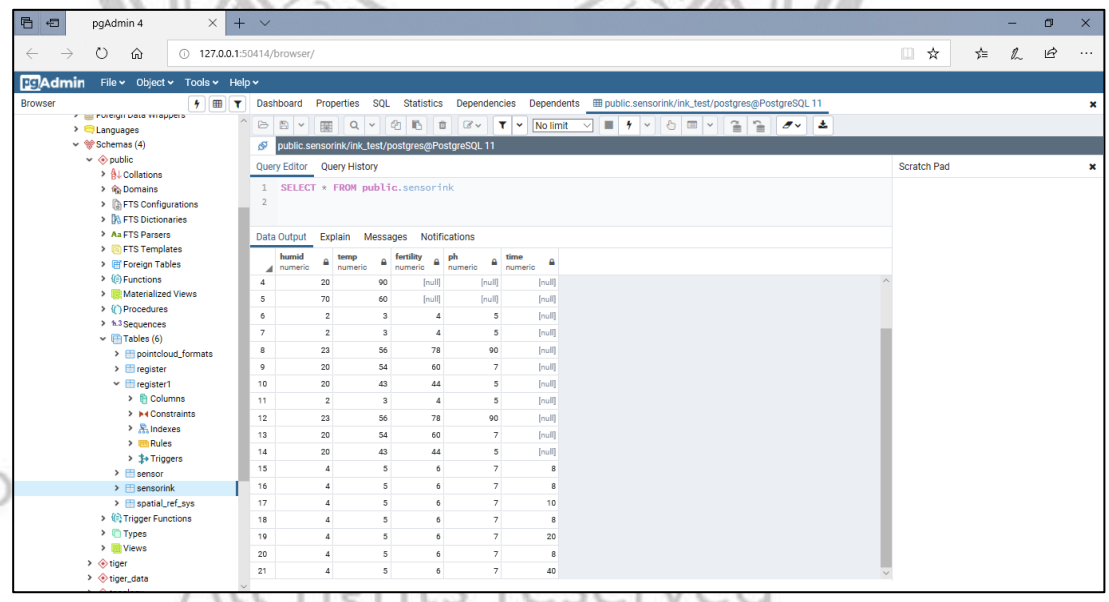
Copyright All rights reserved

ส่วนของนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลที่เราได้ทำการเชื่อมข้างต้น



ภาพ 3.24 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลบน *windows*

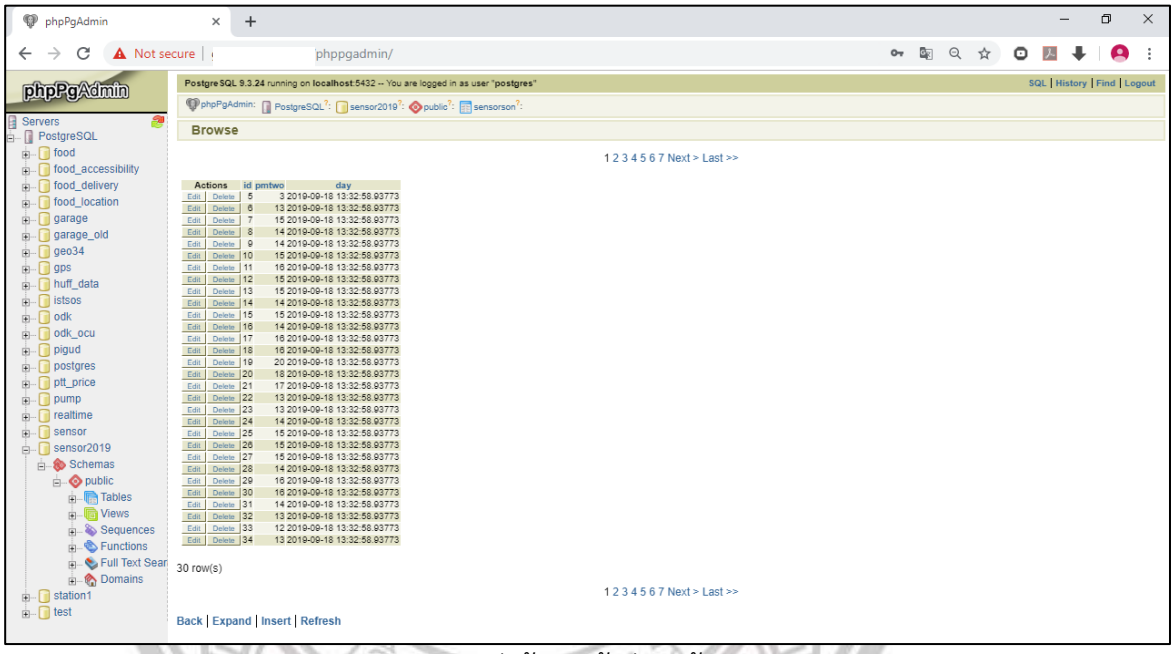
ผลที่ได้จากการส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล



ภาพ 3.25 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลบน windows

Linux

มีขั้นตอนเหมือนกับการทำงานบนWindows ผลจากการส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Linux



ภาพ 3.26 การส่งข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลบน linux

3.5 การพัฒนา Web Map Application

3.5.1 การออกแบบ Web Map Application

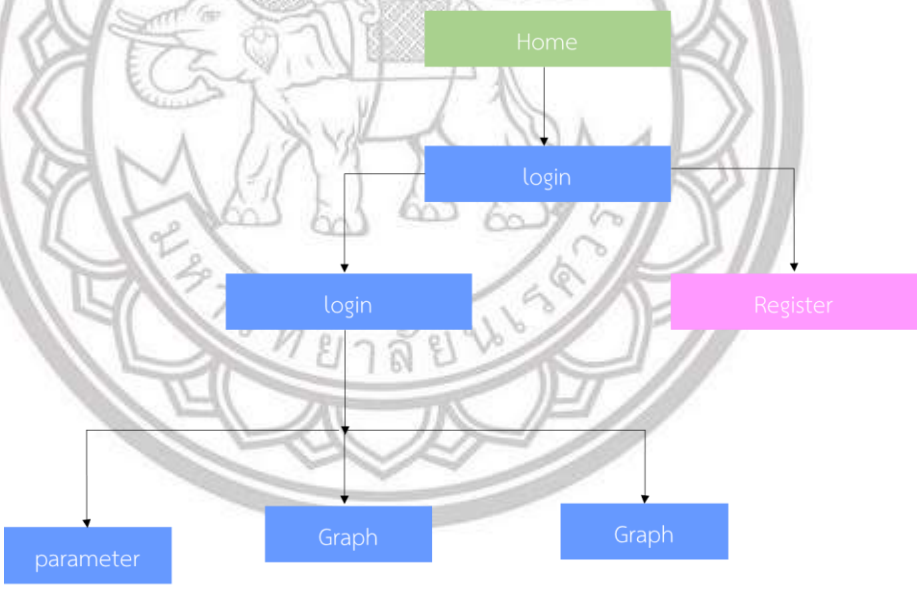
สำกรับการพัฒนา Web Map Application ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองการทำงานบนระบบทั้ง 2 ระบบ คือ ในระบบ Windows โดยเลือกใช้ปฏิบัติการ MS4W และ ในระบบ Linux โดยเลือกใช้ปฏิบัติการ OSGeo Live ทำหน้าที่หลัก ๆ ในการแสดงผลข้อมูลและติดตามตรวจสอบข้อมูลที่เซนเซอร์จากอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพของดินซึ่งประกอบไปด้วยค่าอุณหภูมิ ความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และค่าปริมาณธาตุอาหารในดิน ณ ตำแหน่งที่อุปกรณ์ติดตั้งอยู่ดังรูปที่ 3.27

มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.5.2 การออกแบบโครงสร้างส่วนผู้ใช้งานของ Web Map Application

ภาพ 3.27 โครงสร้างส่วนผู้ใช้งานของ Web Map Application

3.5.3 การออกแบบโครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของ Web Map Application

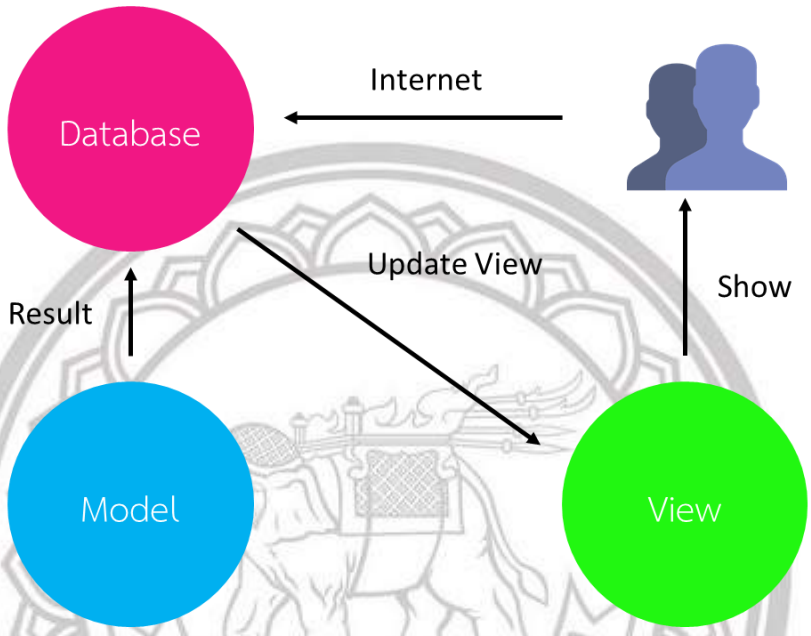


ภาพ 3.28 โครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของ Web Map Application

จากภาพที่ **3.28** แสดงการออกแบบโครงสร้างส่วนการติดตามและตรวจสอบผลจากอุปกรณ์เซนเซอร์ โดยเมื่อทำการเปิดเว็บไซต์จะเข้าสู่หน้าหลักซึ่งจากหน้าหลักจะแสดงข้อมูลรายละเอียดของเกี่ยวกับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ Internet of thing และ smart farm จากนั้นจะทำการเข้าสู่ระบบ ในส่วนของการเข้าสู่ระบบจะมีในส่วนของการลงทะเบียนผู้ใช้งานเพื่อทำการสมัครการใช้งาน จากนั้นทำการเข้าสู่ระบบ เมื่อทำการเข้าสู่ระบบแล้วในส่วนแรกจะแสดงค่าจากอุปกรณ์เซนเซอร์แต่ละตัว ถัดมาจะแสงดในส่วนของกราฟซึ่งแสดงค่าข้อมูลย้อนหลังเป็นเวลา 10 นาที และส่วนสุดท้ายแสดงในส่วนของกราฟภาพรวมของค่าที่ได้จากอุปกรณ์เซนเซอร์ทั้ง 4 ค่าคือ ค่าอุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง และค่าปริมาณธาตุอาหาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

3.5.4 การพัฒนา Web Map Application แบบโครงสร้าง MVC (Model View Controller)



ภาพ 3.29 โครงสร้าง MVC (Model View Controller)

การพัฒนา Web Map Application ในงานวิจัยนี้ใช้แนวทางการพัฒนาโครงสร้าง Web Map Application แบบ MVC ดังแสดงโครงสร้างการพัฒนา Web Map Application แบบ MVC ดังรูปที่ โดยจะแยกส่วนต่าง ๆ อย่างชัดเจนเพื่อรองรับกับขนาดโค้ดที่มีการขยายต่อ และสามารถจัดการส่วนต่าง ๆ ได้ง่าย โดยแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. **Database** คือ เป็นส่วนเก็บข้อมูลจาก Model และส่งข้อมูลให้กับส่วน View
2. **Model** คือ ส่วนที่เป็น Logic ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นส่วนส่งข้อมูลให้กับ Database
3. **View** คือ ส่วนที่คอยรับผลลัพธ์จาก Database เพื่อแสดงหน้าตาให้ผู้ใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.5.5 การพัฒนา Web Map Application บนปฏิบัติการ Windows และ Linux

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนา Web Map Application ในส่วนของปฏิบัติการ Windows เลือกใช้ปฏิบัติการ MS4W ซึ่ง MS4W เป็น ชุดซอฟต์แวร์ ฟรี ที่ใช้ได้ ออกแบบมาสำหรับงาน Map Server บนระบบปฏิบัติการ Windows เมื่อก่อนผู้ใช้งานต้องโหลดซอฟต์แวร์ ย่อย มาติดตั้ง ทีละตัว สร้างความยุ่งยาก จนกระทั้ง มีการนำ ซอฟต์แวร์ ที่ต้องการสำหรับงาน Map Server มารวมกัน จะได้ ไม่ต้องไปตามหา พร้อมทั้ง สร้างการติดตั้งแบบสำเร็จรูป ทำให้ ผู้ใช้งาน แม้ไม่ได้เป็น แอดมิน ก็สร้างมารถ สร้าง web

server ขึ้นมาเองได้ โดยการพัฒนา Web Map Application บนปฏิบัติการ Windows โดยสามารถอ่านเพิ่มเติมได้ที่ภาคผนวก

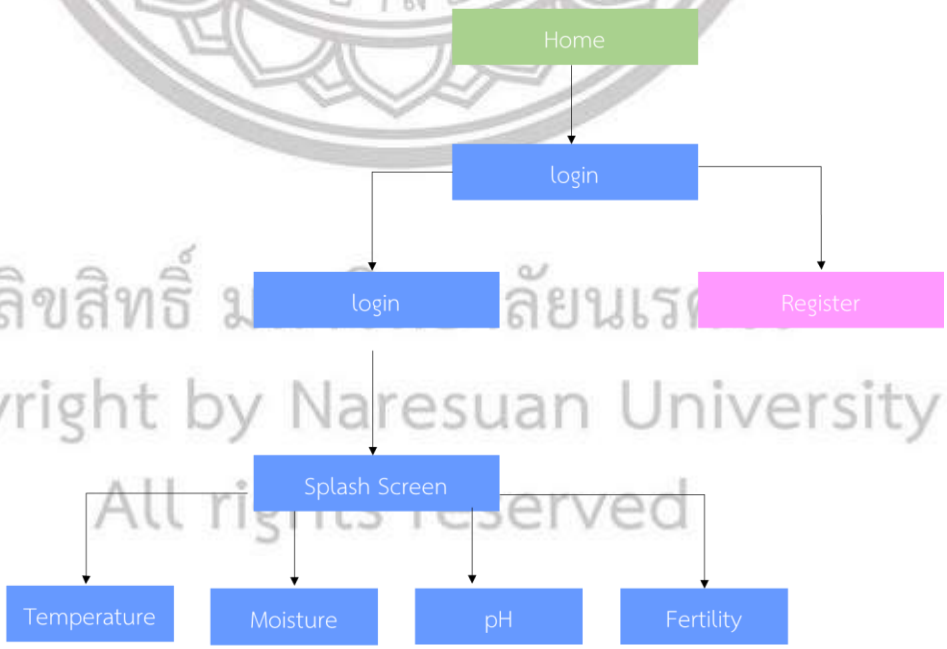
3.6 การพัฒนา Web Application

3.6.1 การออกแบบแอพพลิเคชั่นสมาร์ทโฟน

สำหรับแอพพลิเคชั่นสมาร์ทโฟนที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เวอร์ชั่น 8.0.0 และ API ระดับ 17 ขึ้นไปนั้นจะทำหน้าที่หลักๆในการแสดงผลข้อมูลและติดตามตรวจสอบข้อมูลที่เซนเซอร์จากอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพของดิน ซึ่งจะประกอบไปด้วย อุณหภูมิ ความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าปริมาณธาตุอาหาร โดยทั้งหมดจะแสดงผลตามเวลาจริง ณ ตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ ดังภาพ

ภาพ 3.30 การออกแบบแอพพลิเคชั่นสมาร์ทโฟน

3.6.2 การออกแบบโครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของแอพพลิเคชั่น

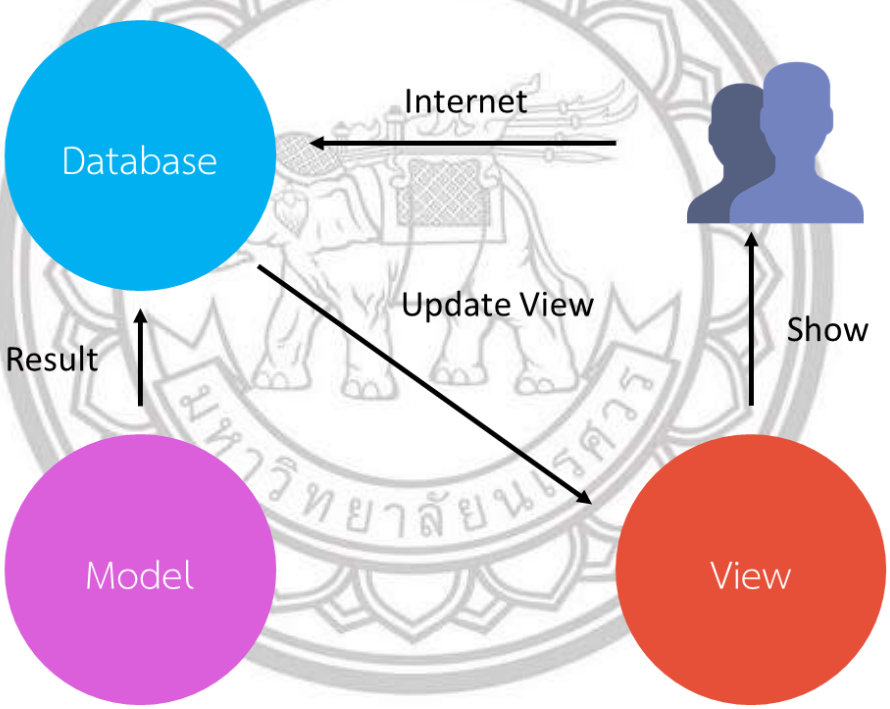


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพ 3.31 โครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของแอพพลิเคชั่น

จากภาพที่ 3.31 แสดงการออกแบบโครงสร้างส่วนติดตามและตรวจสอบของแอพพลิเคชั่น โดยเมื่อเริ่มทำการเปิดแอพพลิเคชั่นจะเข้าสู่หน้าหลัก เพื่อทำการแสดงในส่วนของรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยนี้ คือ แสดงในส่วนของความรู้เรื่องข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ,Internet of Things และเซนเซอร์ จากนั้นจะมีไอคอนเข้าสู่หน้า login เพื่อทำการเข้าสู่ระบบ เมื่อทำการเข้าสู่ระบบจะแสดงผลรายการค่าตรวจวัดจากอุปกรณ์เซนเซอร์

3.6.3 การพัฒนาแอพพลิเคชั่นแบบโครงสร้าง MVC (Model View Controller)



ภาพ 3.32 การพัฒนาแอพพลิเคชั่นแบบโครงสร้าง MVC (Model View Controller)

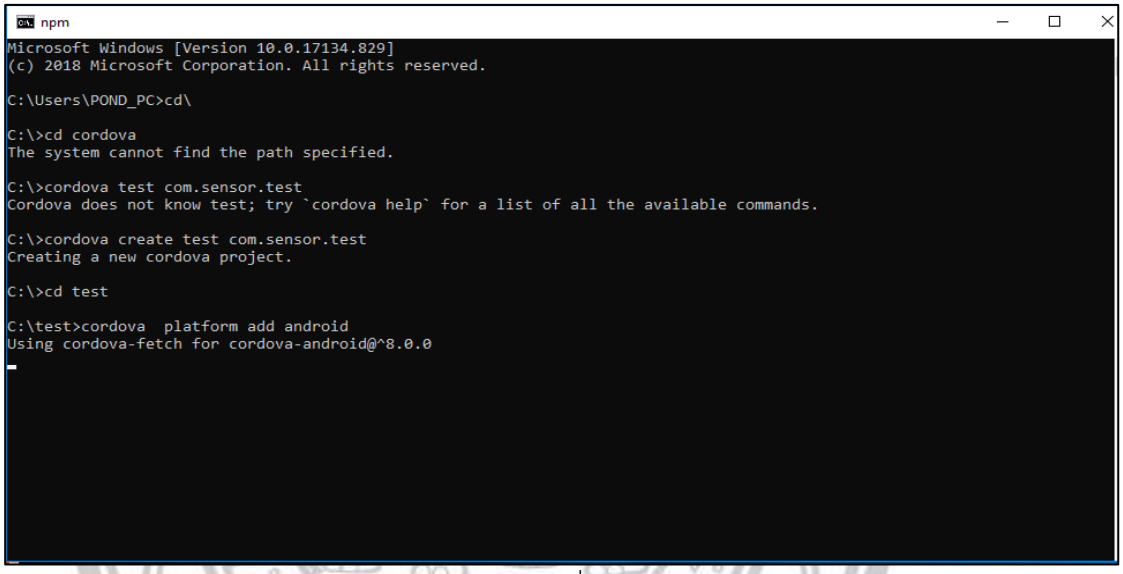
การพัฒนา Web Map Application ในงานวิจัยนี้ใช้แนวทางการพัฒนาโครงสร้าง Web Map Application แบบ MVC ดังแสดงโครงสร้างการพัฒนา Web Map Application แบบ MVC ดังรูปที่ โดยจะแยกส่วนต่าง ๆ อย่างชัดเจนเพื่อรองรับกับขนาดโค้ดที่มีการขยายต่อ และสามารถจัดการส่วนต่าง ๆ ได้ง่าย โดยแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. **Database** คือ เป็นส่วนเก็บข้อมูลจาก Model และส่งข้อมูลให้กับส่วน View
2. **Model** คือ ส่วนที่เป็น Logic ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นส่วนส่งข้อมูลให้กับ Database
3. **View** คือ ส่วนที่คอยรับผลลัพธ์จาก Database เพื่อแสดงหน้าตาให้ผู้ใช้งาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

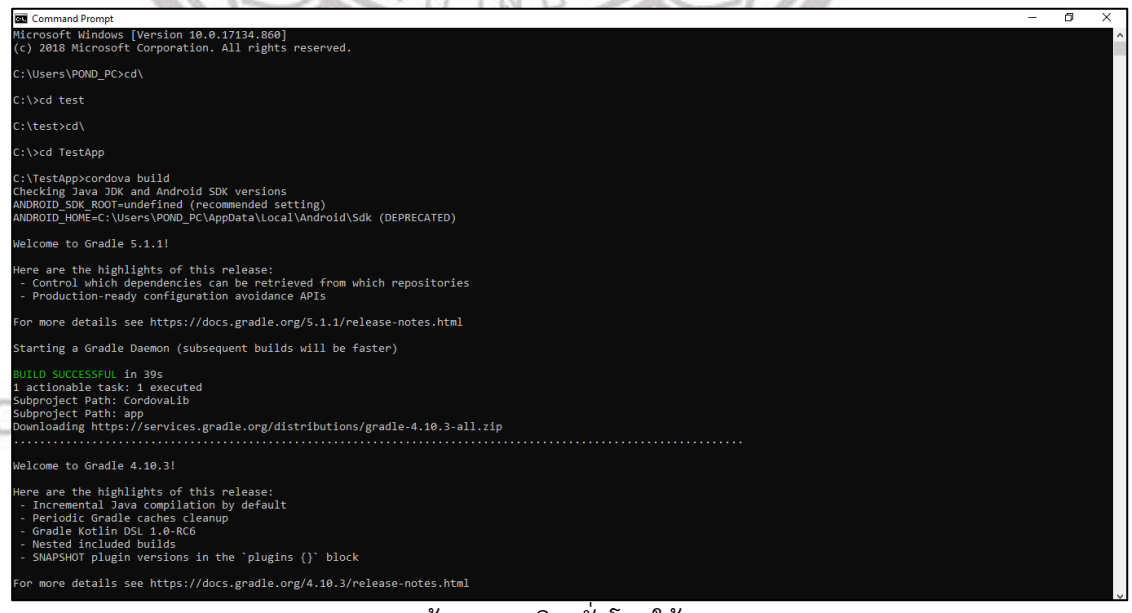
3.6.3 การสร้างแอพพลิเคชั่นโดยใช้ Apache Cordova

เมื่อทำการติดตั้ง Apache Cordova สำเร็จ ทำการสร้างแฟ้มข้อมูลสำหรับสร้างแอพพลิเคชั่น



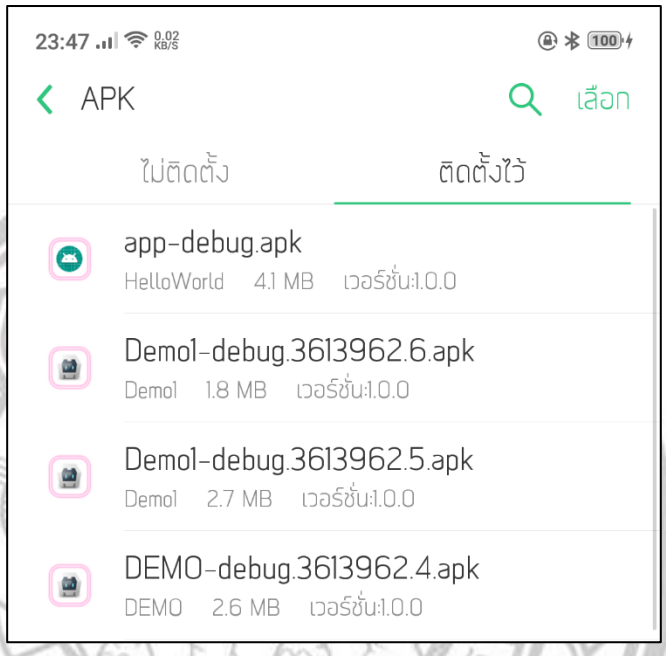
ภาพ 3.33 การสร้างแอพพลิเคชั่นโดยใช้ Apache Cordova

แปลงไฟล์ในส่วนของหน้าเว็บมาพัฒนาในส่วนของแอพพลิเคชั่นโดยใช้ Cordova



ภาพ 3.34 การสร้างแอพพลิเคชั่นโดยใช้ Apache Cordova

จากนั้นจะได้ไฟล์ APK สำหรับติดตั้งบนโทรศัพท์มือถือ



ภาพ 3.35 ไฟล์ Apk. สำหรับติดตั้ง

3.7 การแจ้งเตือนผ่าน Line Notify

LINE Notify เป็นบริการของทาง LINE เป็นบริการและช่องทางที่ถูกต้อง ท่านสามารถส่งความ การแจ้งเตือนต่าง ๆ ไปยังแอคเค้าของท่านเองได้ ผ่านการใช้ API ซึ่งเรียกผ่าน HTTP POST แบบง่าย ๆ ข้อจำกัดของ LINE Notify คือ สามารถส่งแจ้งเตือนได้เฉพาะผู้ที่ขอใช้ หรือกลุ่มที่ผู้ขอใช้เป็นสมาชิกเท่านั้น ไม่สามารถส่งข้อความเข้าห้องสนทนาของเพื่อน ๆ ได้ หากต้องการให้สามารถส่งข้อความหาใครก็ได้ ท่านต้องใช้ LINE Bot API แทน

เพิ่ม LINE Notify เป็นเพื่อน

ก่อนที่จะใช้งาน API และส่งการแจ้งเตือน ท่านต้องเพิ่ม LINE Notify เป็นเพื่อนก่อน โดยสแกน QR Code ด้านล่างนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพ 3.36 การเพิ่ม LINE Notify

การขอ Access Token

ในการใช้งาน API ในทุก ๆ บริการ จะมีสิ่งที่เรียกว่า Access Token ไว้สำหรับเป็นรหัสที่ใช้ตอนจะเข้าใช้งาน API โดยรหัสนี้จะเป็นข้อความแทนอีเมล์ และpassword ของเรา ดังนั้นหาก Access Token ถูกเปิดเผย เรายังสามารถใช้งานAccountได้ปกติ (แต่หากรู้ตัวว่า Access Token ถูกเปิดเผย ควรยกเลิกแล้วขอ Access Token ใหม่ทันที)

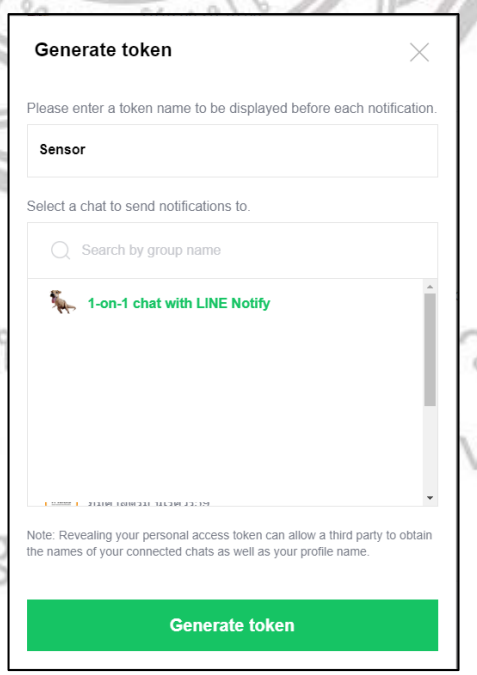
เข้าไปที่หน้าเว็บ https://notify-bot.line.me/my/ จากนั้นระบบจะให้เราล็อกอินด้วย Account LINE โดยกรอกอีเมล์ และรหัสผ่านที่ได้ตั้งไว้ลงไป

ภาพ 3.37 การขอ Access Token

เมื่อล็อกอินสำเร็จแล้ว ให้เลื่อนลงมาด้านล่าง จะพบ ออก Access Token (สำหรับผู้พัฒนา) ให้กดปุ่ม ออก Token

ภาพ 3.38 การขอ Access Token

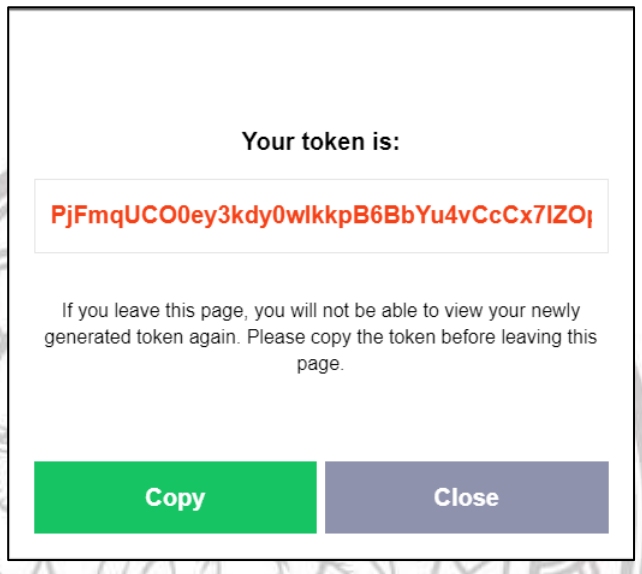
พอมาถึงส่วนนี้ให้เราทำความเข้าใจก่อนว่า เมื่อเราส่งข้อความไปแล้ว ข้อความที่ขึ้นจะปรากฏในรูปแบบ [ชื่อ Token]: [ข้อความ] ดังนั้นในช่องที่ 1 สามารถกรอกเป็นอะไรก็ได้ และสิ่งที่กรอกนั้นจะติดไปพร้อมกับข้อความเสมอ เช่น หากกรอกว่า ESP8266 เมื่อใช้ API ส่งข้อความว่า "สวัสดี" ข้อความจะขึ้นว่า "ESP8266:สวัสดี" ในช่องที่ 2 จะให้เลือกว่าเราจะส่งข้อความเข้าไปในกลุ่มไหน หรือส่งให้ตัวเองเท่านั้น เมื่อกรอกครบแล้ว ให้กดปุ่ม ออก Token



ภาพ 3.39 การขอ Access Token

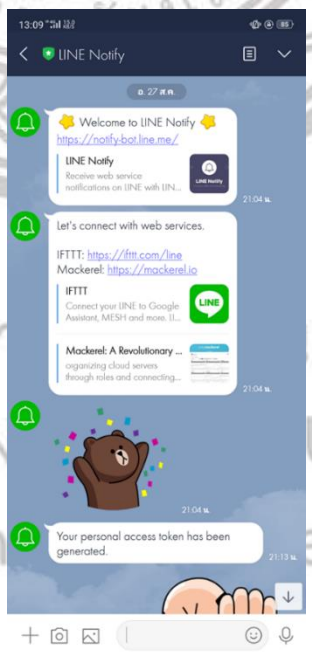
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัย
Copyright by University
All rights

เมื่อกดปุ่มแล้ว จะปรากฏรหัส Token ให้ท่านเก็บรหัสนี้ไว้ให้ดีเพราะจะออกให้เพียงครั้งเดียว แต่หากลืม ท่านสามารถเริ่มต้นทำขั้นตอนใหม่เพื่อขอ Token ใหม่ได้



ภาพ 3.40 การขอ *Access Token*

ส่วนใน LINE ก็จะมีการแจ้งเตือนว่าออก Access Token ใหม่แล้ว



ภาพ 3.41 การขอ Access Token

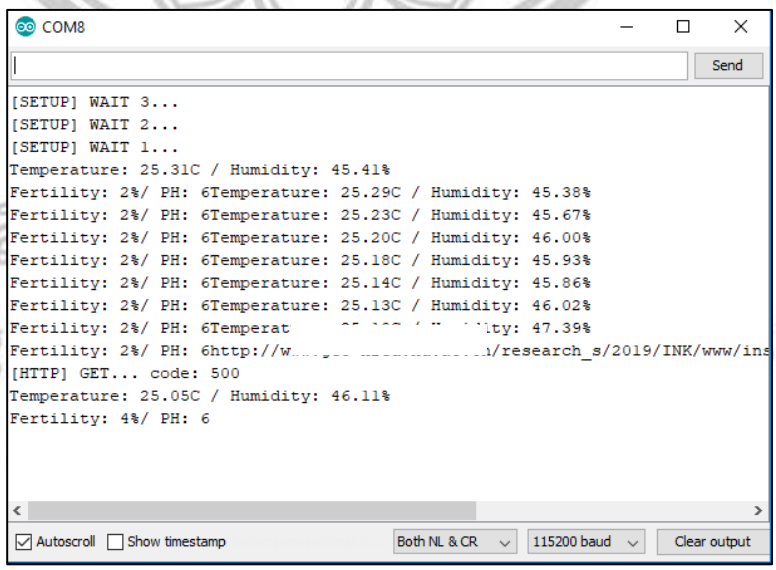
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

เพิ่มคำสั่งใน Arduino IDE เพื่อส่งคำสั่งให้บอร์ด ESP8266 แจ้งเตือนค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ต้นแบบผ่าน Line API

```
#include <TridentTD_LineNotify.h>

ESP8266WiFiMulti WiFiMulti;
// Specify data and clock connections and instantiate SHT1x object
#define dataPin  D14
#define clockPin D5
#define Buzzer A0
LiquidCrystal_PCF8574 lcd(0x3f);
SHT1x shtlx(dataPin, clockPin);
#define WIFI_SSID "pound"
#define WIFI_PASSWORD "12345678"
#define LINE_TOKEN  "dkGWoKPY3nq5fWBakb6nHJweiLWEVcWppZIPvni7wzv"   // บรรทัดที่ 13 ใส่ รหัส TOKEN ที่ได้มาจากข้างบน

if (temp_c >= 25) {

LINE.setToken(LINE_TOKEN);
// ตัวอย่างส่งข้อความ
LINE.notify("อุณหภูมิปัจจุบัน");
// ตัวอย่างส่งข้อมูล ตัวเลข
LINE.notify(temp_c);
LINE.notify("ความชื้นปัจจุบัน");
LINE.notify(humidity);
LINE.notify("ธาตุอาหารปัจจุบัน");
LINE.notify(Fertility);
LINE.notify("ค่ากรดด่างปัจจุบัน");
LINE.notify(PH);
```

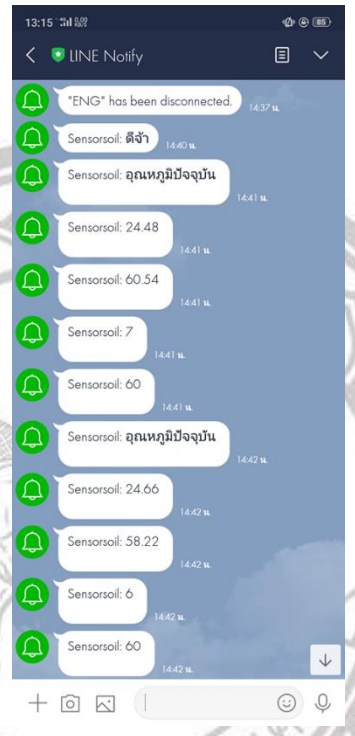
ภาพ 3.42 การส่งการแจ้งเตือนไลน์ผ่าน ESP8266

เมื่อทำการอัพโหลดโค้ดลงบอร์ดเรียบร้อยแล้วนั่นผลจะแสดงค่าที่ได้จากอุปกรณ์เซนเซอร์ แต่เมื่อค่าอุณหภูมิเกิน 25 องศาตามที่เงื่อนไขกำหนด จะมีการแจ้งเตือนผ่านไลน์



ภาพ 3.43 การส่งการแจ้งเตือนไลน์ผ่าน *ESP*8266

ผลการแจ้งเตือนผ่านไลน์



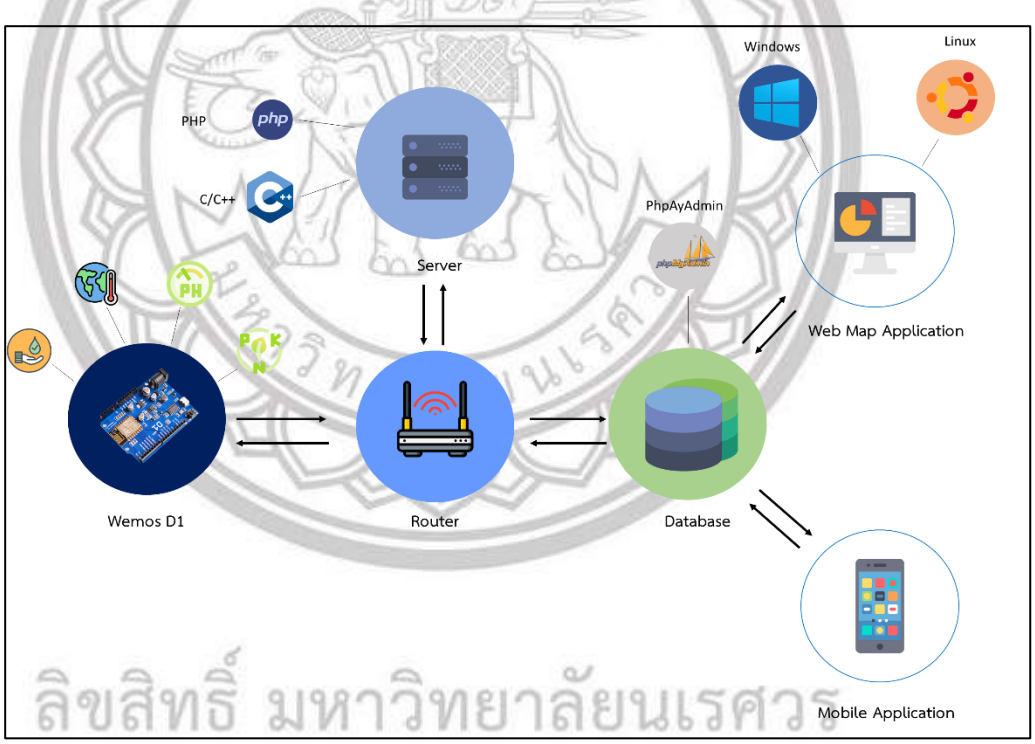
ภาพ 3.44 ผลการแจ้งเตือนไลน์ผ่าน *ESP*8266

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

3.8 พัฒนาและปรับปรุงระบบ

3.8.1 ภาพรวมของระบบ (System Overview)

ในการออกแบบระบบตรวจวัดตามเวลาจริง สำหรับการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จะมีรูปแบบคือส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนของเครื่องแม่ข่าย(Server) และระบบคลาวด์ ในที่นี้จะใช้ฐานข้อมูลและส่วนติดต่อผู้ใช้งานเป็น Web Map Application และ Mobile Application มีการใช้โพรโทคอลแบบ M2M ผ่านระบบเครือข่ายระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์และเครื่องแม่ข่ายทำให้แต่ละส่วนสามารถสื่อสารกันได้ดังภาพที่ 3.45 ภาพรวมของระบบ

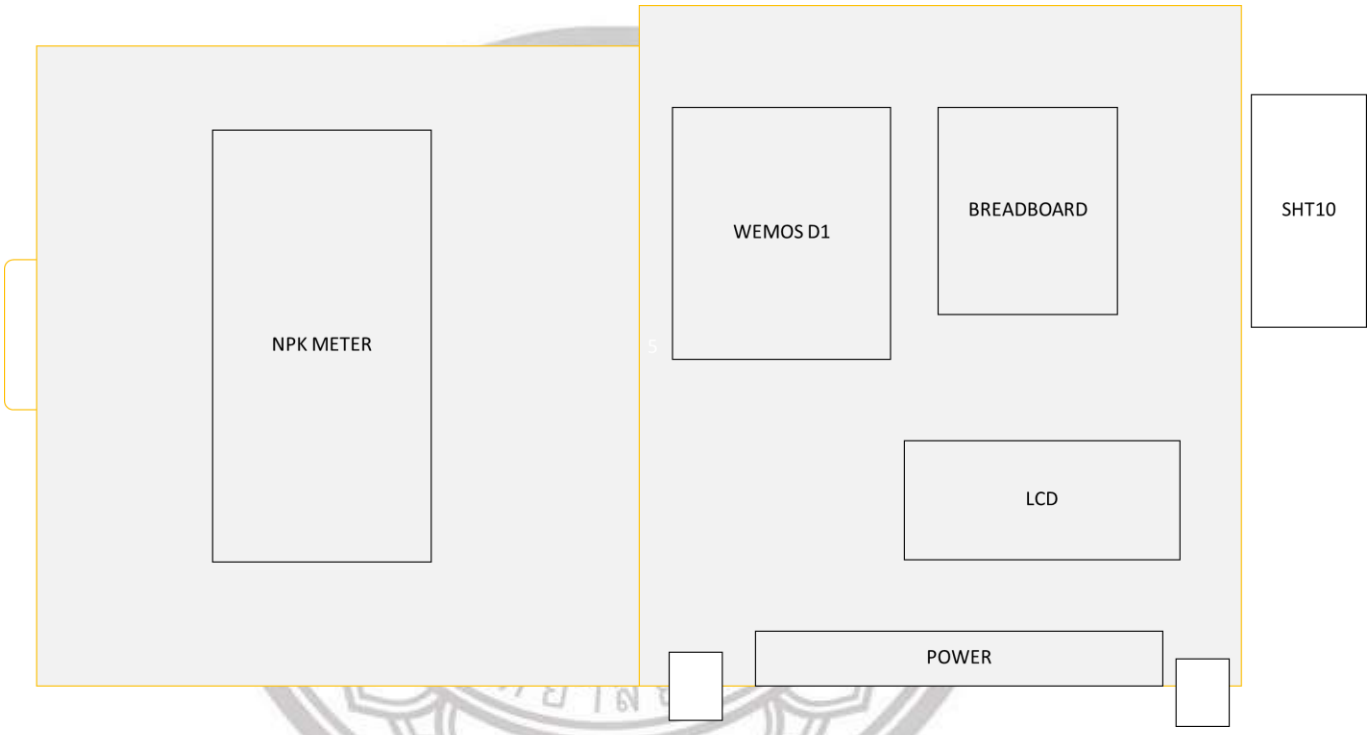


ภาพ 3.45 ภาพรวมของระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

โดยผู้ใช้จะใช้ Web Map Application และ Mobile Application เป็นช่องทางสำหรับติดตามผลตรวจวัดตามเวลาจริง โดยทำงานร่วมกับฐานข้อมูล โดยบันค่าและส่งค่าขึ้นระบบคลาวด์ ซึ่งเครื่องแม่ข่าย (Server) จะคอยรับค่าจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงผลว่าอุปกรณ์นั้นได้ทำงานจริง

3.8.2 การพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์

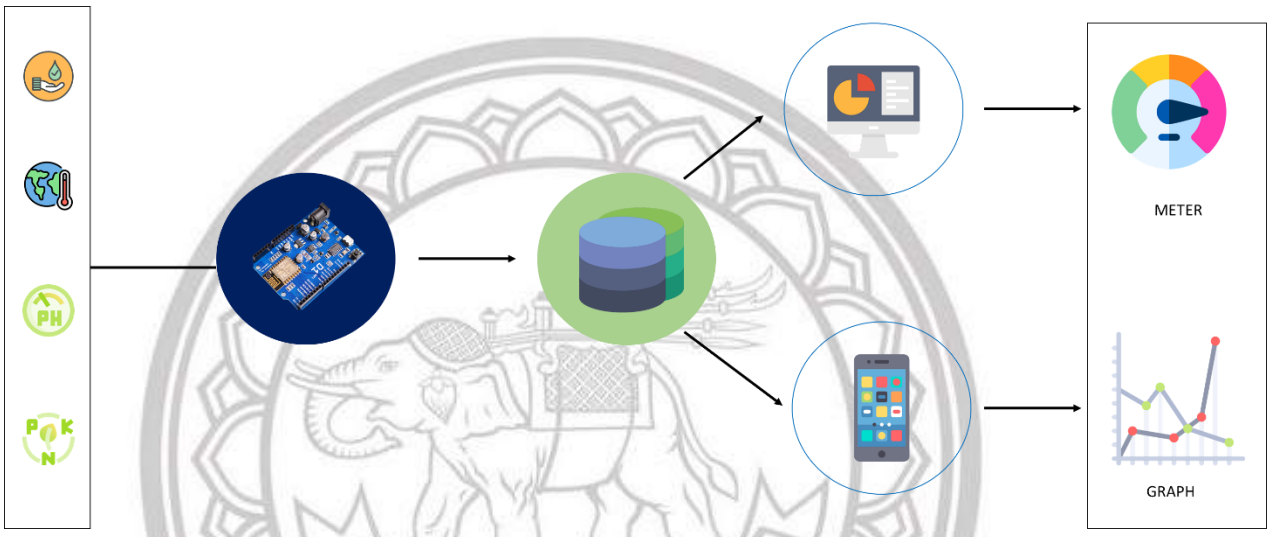


ภาพ 3.46 การพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์

จากภาพที่ 3.46 เป็นภาพการออกแบบอุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดคุณภาพของดินในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยลักษณะอุปกรณ์จะเป็นกล่องพลาสติกกันน้ำ มีขนาดประมาณ 12*24 เซนติเมตร ลักษณะภายในประกอบไปด้วยอุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้น ค่าความเป็นกดร-ด่างของดินและปริมาณธาตุอาหาร และอุปกรณ์เพิ่มเติมคือส่วนของไมโครคอลโทรเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้แหล่งจ่ายไฟแบบพกพาที่สามารถชาร์ตได้ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และมีจอ LCD สำหรับแสดงในส่วนของการทำงานของอุปกรณ์และช่วงของการส่งข้อมูล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright© by Naresuan University
All rights reserved

3.8.3 การพัฒนาการตรวจสอบและติดตามผลการตรวจวัด



ภาพ 3.47 การพัฒนาการติดตามและตรวจสอบการตรวจวัด

จากภาพที่ 3.47 การพัฒนาการติดตามและตรวจสอบการตรวจวัด ในงานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจวัดคุณภาพทั้งหมด 4 ค่า คือ อุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด-ด่างของดิน และปริมาณธาตุอาหารในดิน เมื่อระบบเริ่มทำงานจะส่งค่าที่ตรวจวัดได้เขาสู่ฐานข้อมูลเพื่อเป็นกราเตรียมข้อมูลสำหรับการแสดงผล ในส่วนของการแสดงผลเราออกแบบไว้ทั้งหมด 2 ระบบด้วยกันคือระบบแรกคือในส่วนของ Web Map Application ในส่วนนี้จะทำงานบนปฏิบัติการ Windows และ Linux ซึ่งในส่วนของ Windows เราเลือกใช้ MS4W และในส่วนของ Linux เราเลือกใช้ OSGeo Live และ ในระบบที่ 2 คือในส่วนของ Mpbile Application ซึ่งทั้ง 2 ระบบจะแสดงผลในรูปแบบของพารามิเตอร์และกราฟที่แสดงผลแบบ real-time

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาเซนเซอร์เพื่อช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของดินในช่วงของเพาะปลูกเพื่อช่วยเพิ่มปริมาณผลผลิต และพัฒนาระบบ Web Application และ Mobil Application เพื่อติดตามผลของการวัดค่า และระบบแจ้งเตือนผ่านไลน์ ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจวัดเวลาจริงสำหรับการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยแบ่งออกเป็น คือ

1. ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์
2. ผลการเชื่อมต่อฐานข้อมูล
3. ผลการแจ้งเตือนผ่าน line notify
4. ผลการทดลอง Web Map Application
5. ผลการทดลอง Mobile Application

ซึ่งในแต่ละส่วนจะอธิบายในหัวข้อดังต่อไปนี้

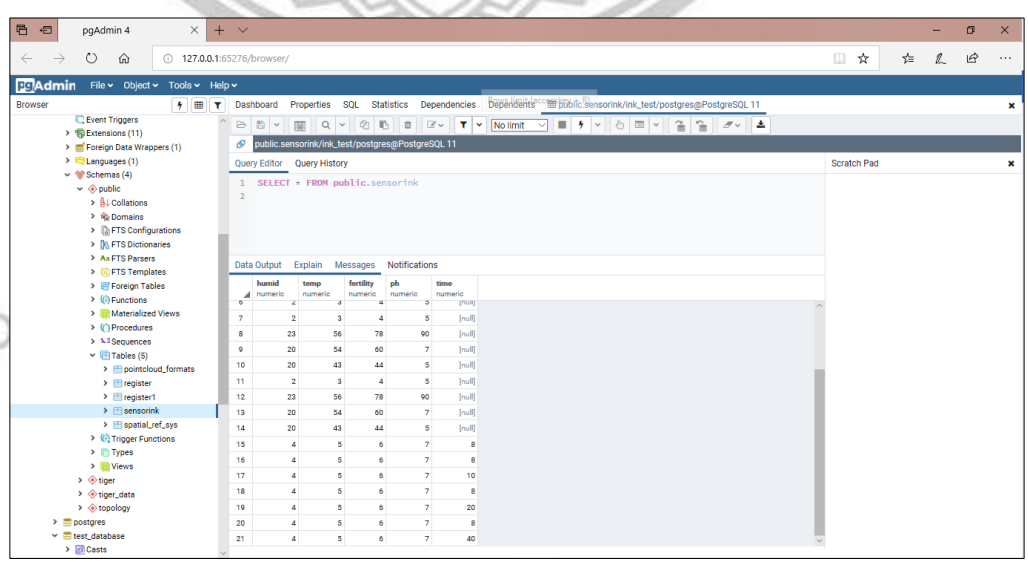
4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์

อุปกรณ์เซนเซอร์มีลักษณะเป็นกล่องพลาสติดสามารถป้องกันน้ำได้ ตัวเซนเซอร์สามารถจัดเก็บไว้ภายในกล่องได้ ตัวชุดเซนเซอร์สามารถใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ชนิดพกพาที่สามารถชาร์ตได้โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ภายในมีจอ LCD สำหรับแสดงการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและแสดงการส่งข้อมูล ภาพที่ 4.1

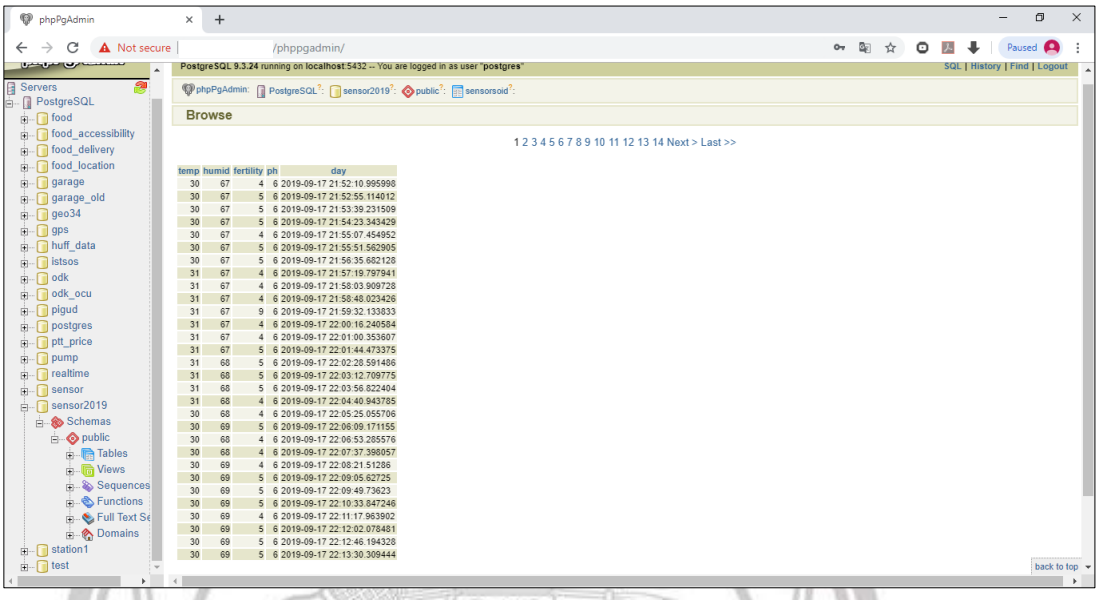
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพ 4.1 ผลการออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์เซนเซอร์

4.2 ผลการเชื่อมต่อฐานข้อมูล



ภาพ 4.2 ตารางฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Window



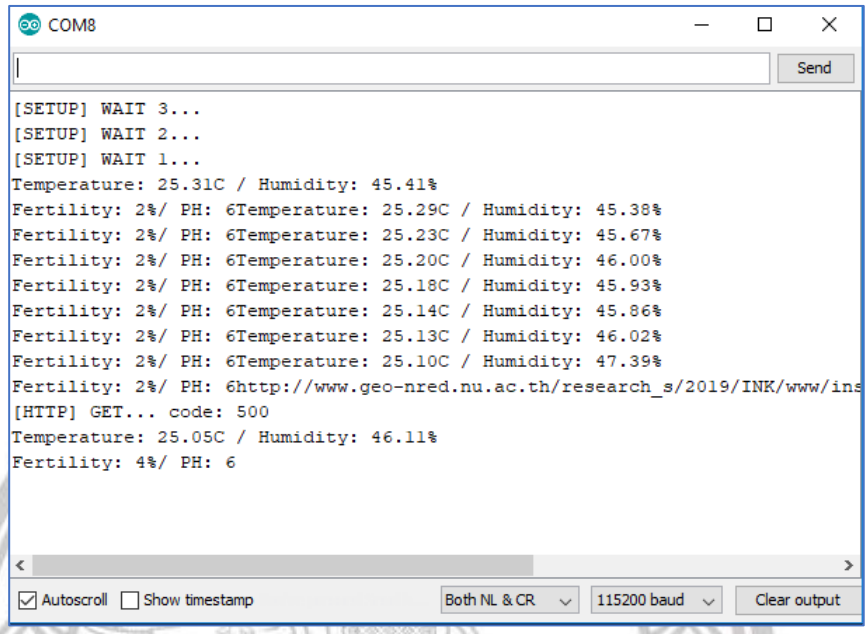
ภาพ 4.3 ตารางฐานข้อมูลบนปฏิบัติการ Linux

จากภาพที่ 4.2 และ 4.3 แสดงตารางข้อมูลในฐานข้อมูลตามเวลาจริง โดยมีการปรับปรุงข้อมูลทุก ๆ 1นาทีโดยประมาณ โดยค่าที่ได้นี้เป็นค่าจากอุปกรณ์เซนเซอร์ที่เมื่อเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ต จะทำการส่งค่าที่วัดได้เข้าสู่ฐานข้อมูล และข้อมูลที่ได้นี้เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการนำแสดงผลตามเวลาจริงผ่าน Web Map Application และ Mobile Application

4.3 ผลการแจ้งเตือนผ่านไลน์ Line Notify

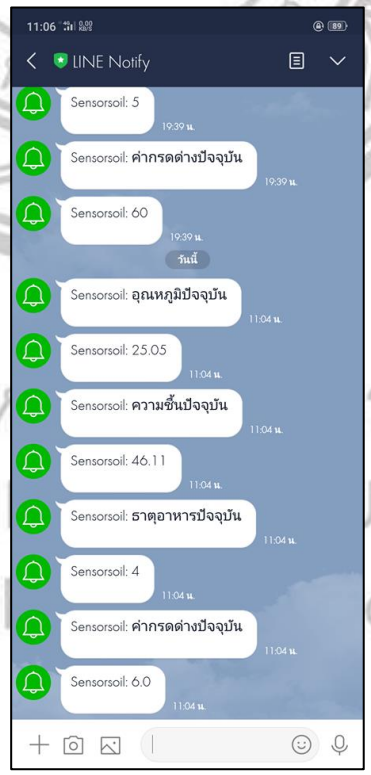
ในงานวิจัยนี้ได้ส่งการแจ้งเตือนเข้าสู่ Line Notify โดยส่งจากบอร์ด Wemos D1 ได้โดยตรง เนื่องจากตัวบอร์ดชิพ ESP8266 ที่สามารถส่งข้อมูลได้เมื่อเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ต โดยที่เราได้กำหนดเงื่อนไขในเรื่องของอุณหภูมิดิน คือเมื่อค่าอุณหภูมิมีค่ามากกว่า 25 องศาเซลเซียล จะมีการส่งการแจ้งเตือนเข้าสู่ Line Notify

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 4.4 ผลการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify

จากภาพ 4.4 เป็นการอ่านค่าของตัวเซนเซอร์เมื่อเริ่มการทำงาน ซึ่งค่าที่อ่านได้มีอุณหภูมิมากกว่า 25 องศาเซลเซียล จึงมีส่งการแจ้งเตือนดังภาพที่ 4.5 การแจ้งเตือนไลน์ผ่าน Line Notify



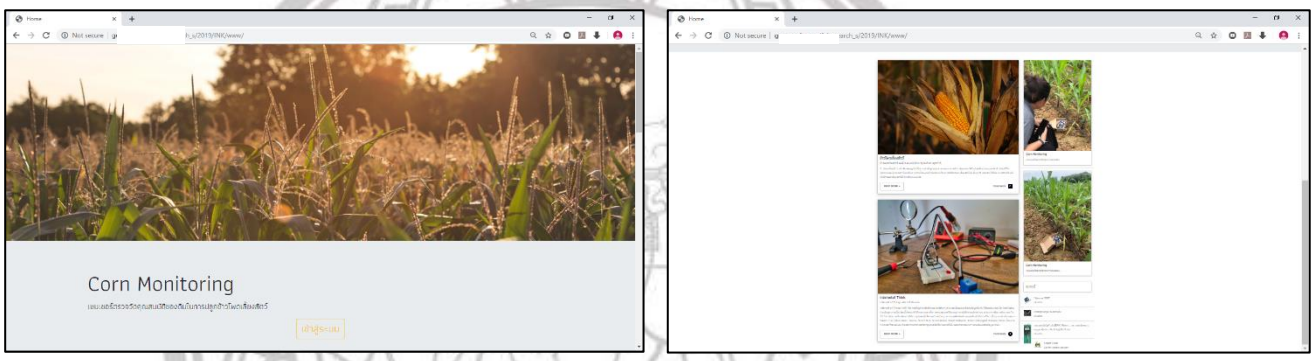
ภาพ 4.5 ผลการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

4.4 ผลการทดลอง Web Map Application

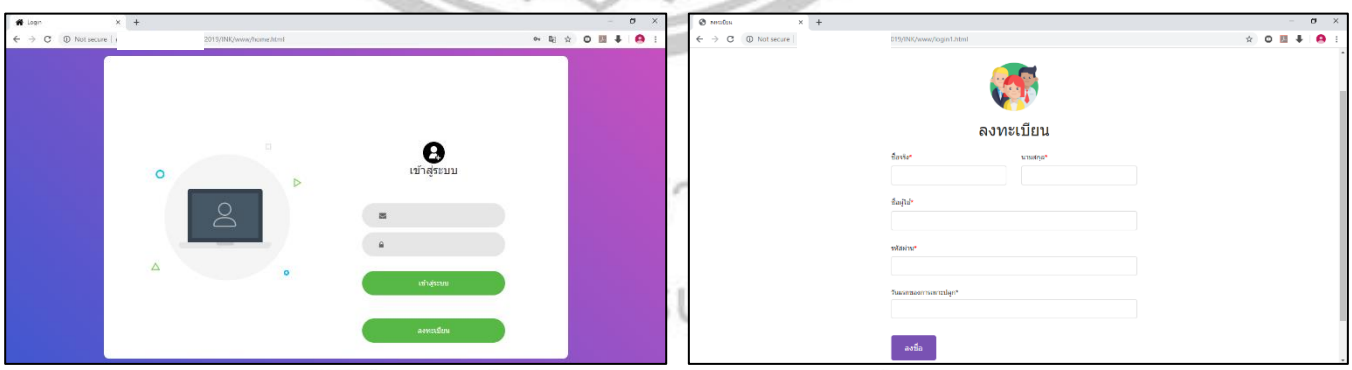
4.4.1 การเข้าสู่ระบบ

เมื่อผู้ใช้งานทำการเปิดหน้าเว็บขึ้นมา ในส่วนแรกจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับงานวิจัยนี้ คือ เรื่องของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อุปกรณ์เซนเซอร์ เทคโนโลยีต่าง ๆ



ภาพ 4.6 Web Map Application

เมื่อทำการเลือกเข้าสู่ระบบในต่อมาจะเป็นส่วนของเข้าสู่ระบบและลงทะเบียนซึ่งผู้ใช้งานต้องทำการลงทะเบียนก่อนที่จะทำการเข้าสู่ระบบ

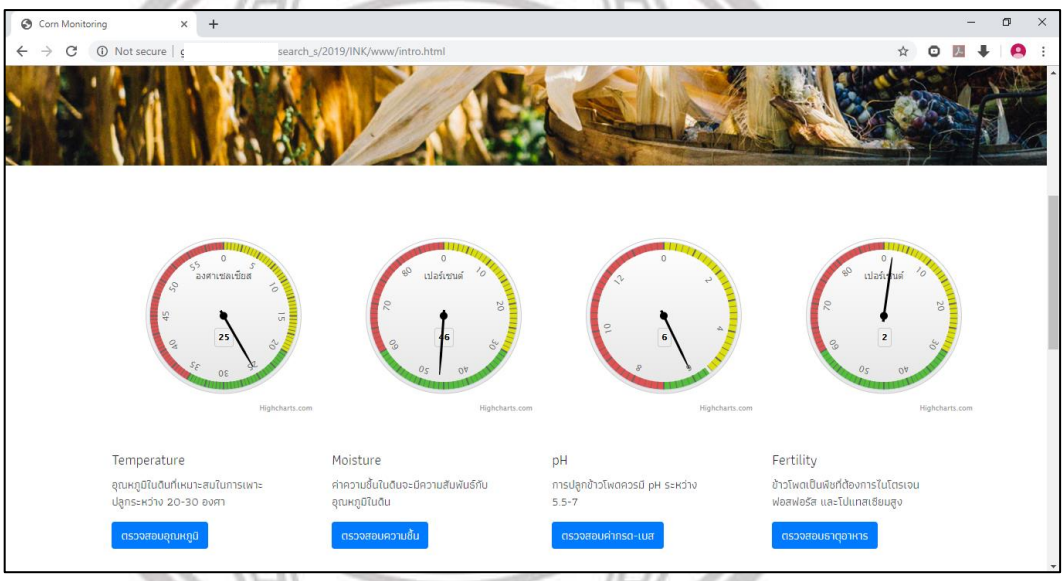


All rights reserved

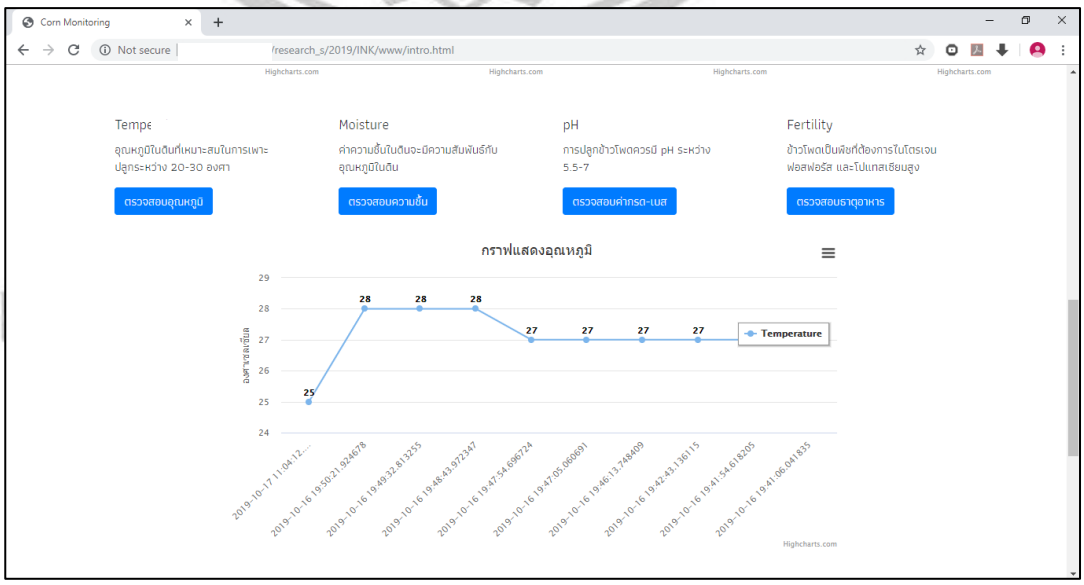
ภาพ 4.7 Web Map Application

4.4.2 การติดตามและตรวจสอบ

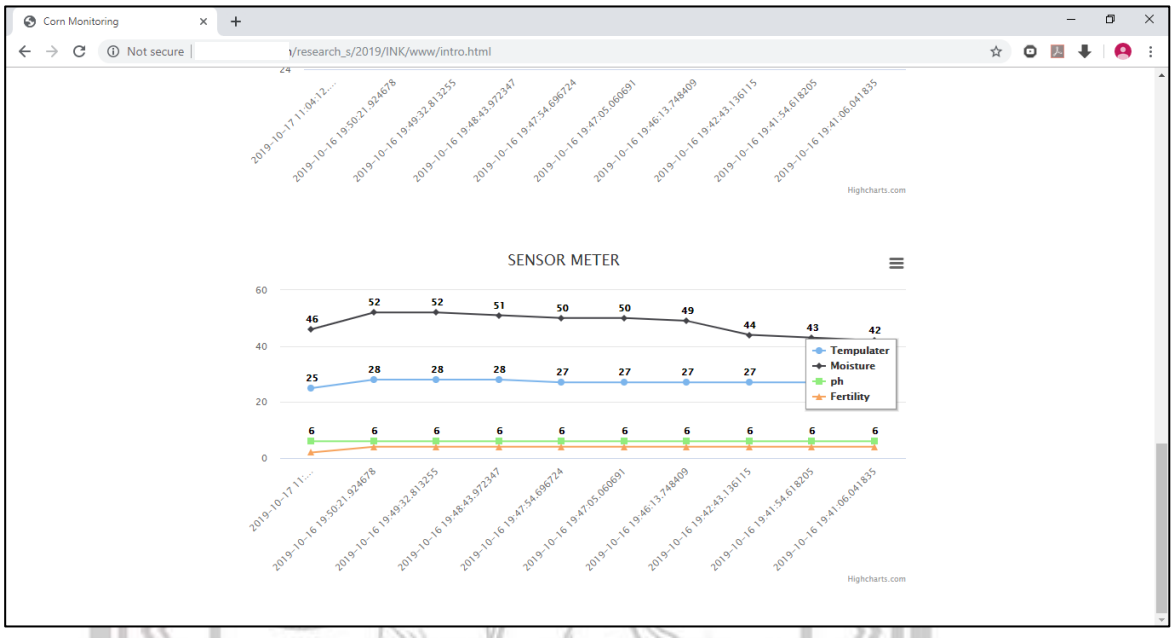
เมื่อทำการเข้าสู่ระบบแล้วถัดมาจะแสดงในส่วนของพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับอ่านค่าเซนเซอร์ดังภาพที่ 4.8 และกราฟสำหรับติดตามค่าที่วัดได้ โดยจะกราฟ 2 ลักษณะคือ กราฟแสดงค่าแต่ละตัวเซนเซอร์นั้น ๆ ดังภาพที่ 4.9 และกราฟแสดงค่าทุกตัวเซนเซอร์ ดังภาพที่ 4.10 และค่าที่แสดงเป็นการแสดงค่าย้อนหลัง 10 นาที



ภาพ 4.8 Web Map Application



ภาพ 4.9 Web Map Application



ภาพ 4.10 Web Map Application

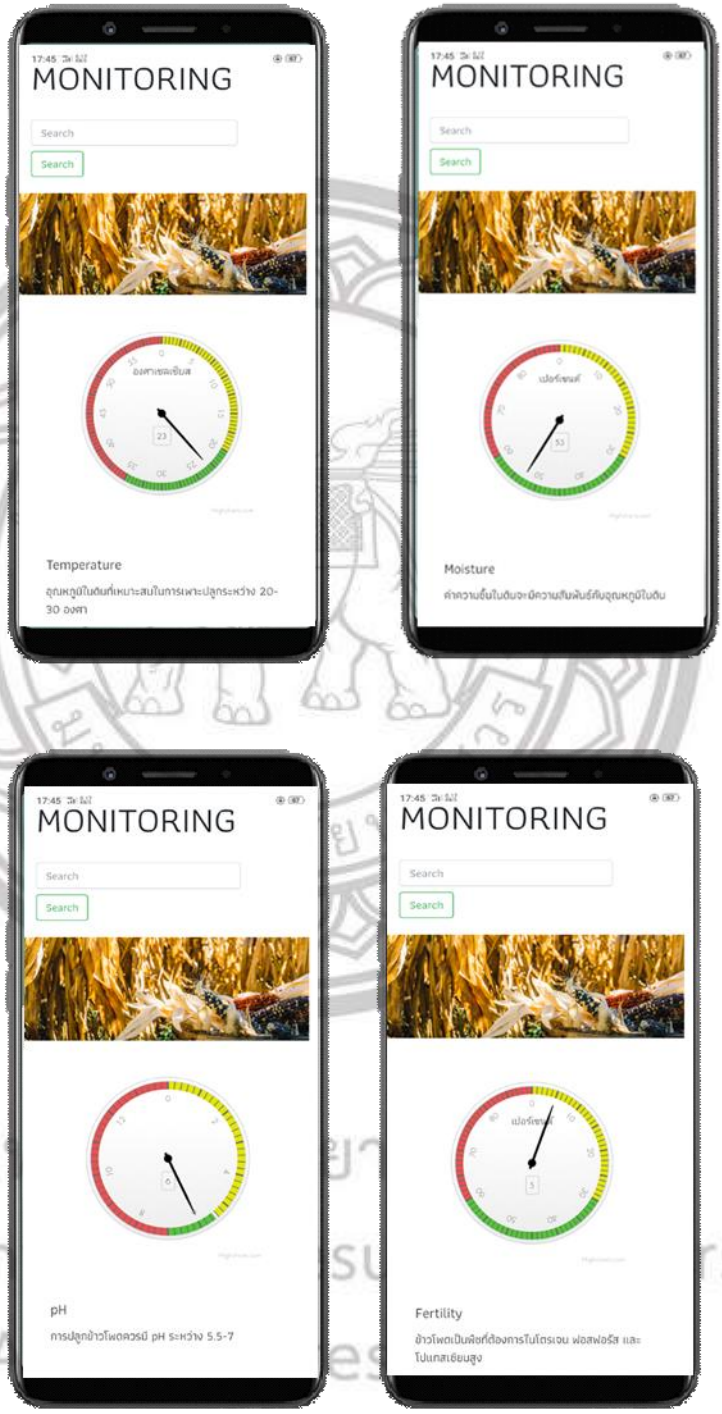
4.5 ผลการทดลอง Mobile Application

ในส่วนของ Mobile Application จะมีส่วนของการเข้าสู่ระบบเหมือนกับ Web Map Application เมื่อทำการเข้าสู่ระบบแล้ว ต่อมาจะเป็นส่วนของการแสดงผลดังภาพที่ 4.11 ในส่วนนี้จะเป็นของการติดตามและตรวจสอบซึ่งจะมรทั้งหมด 4 ค่าด้วยกันคือ อุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรดด่าง และปริมาณธาตุอาหารซึ่ง จะมีการตรวจสอบแบบแบ่งส่วน เมื่อทำการเลือกที่ค่าใดค่าหนึ่ง จะแสงดผลในส่วนของพารามิเตอร์และกราฟเช่นเดียวกับ Web Map Application ดังภาพที่ 4.12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาพ 4.11 Mobile Application

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



ภาพ 4.12 Mobile Application

ลิขสิ
Copyrigh
rsity

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนาระบบเซนเซอร์เพื่อตรวจวัดคุณภาพของดินสำหรับเกษตรกร จากที่ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเซนเซอร์ ในการส่งข้อมูลค่าที่วัดได้ไปยังserverและพัฒนาระบบสำหรับติดตามค่าที่วัดได้และพัฒนาระบบแจ้งเตือนขึ้นได้ดำเนินการตามโครงสร้างที่วางเอาไว้โดยผู้จัดทำได้พัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบนี้ขึ้นมาเพื่อใช้วัดคุณภาพของดินในช่วงของการเพาะปลูก เพื่อที่จะให้เกษตรกรสามารถวางแผนในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว และแก้ปัญหาได้ถูกต้องแม่นยำและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเพาะปลูกพืชชนิดอื่น ๆได้ ผลสรุปจากการพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบและทดสอบการทำงานของระบบการการแจ้งเตือน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การพัฒนาระบบแซอร์เพื่อตรวจวัดคุณสมบัติของดิน มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาระบบเซนเซอร์ตรวจสอบคุณสมบัติของดินแบบ Real-Time ให้สามารถส่งข้อมูลค่าที่วัดได้ไปยัง server และพัฒนา Web Application และ Mobile Application ที่ใช้ในการติดตามค่าที่จากเซนเซอร์ และพัฒนาระบบแจ้งเตือนผ่านไลน์เมื่อค่าที่ได้จากเซนเซอร์มีค่าเกิดกำหนด

1.การใช้งานอุปกรณ์เซนเซอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มี 4 ปัจจัยด้วยกันคือ อุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณธาตุอาหารในดิน ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เซนเซอร์ทั้งหมด 2 ตัวคือ SHT10 ใช้สำหรับตรวจวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นในดิน และเซนเซอร์วัดปุ๋ยในดิน(NPK Meter) , เซนเซอร์วัดความสมบูรณ์ในดิน (Fertility),PH ในดิน ใช้ในการตรวจวัดค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณธาตุอาหารในดิน โดยเซนเซอร์ที่นำมาใช้งานเป็นเซนเซอร์ที่มีความแม่นยำในการตรวจวัดค่า และบอร์ด wemos D1R1 ที่นำมาใช้เพื่อส่งข้อมูลจากเซนเซอร์ไปแสดงบนเว็บ ทำให้ผลรับที่ได้นั้นสามารถติดตามคุณภาพของดินได้แบบ Real-time

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การทำงานของเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพดินในรูปแบบ Wi-Fi Internet มีลักษณะในการทำงาน ที่สามารถตรวจวัดและบันทึกข้อมูล ได้ด้วยระบบอินเทอร์เน็ต มีระบบการบันทึกข้อมูลที่สะดวกรวดเร็ว สามารถทำงานได้ดี หากเปรียบเทียบกับวิธีการตรวจวัดคุณภาพของดินทั่วไป สามารถตรวจวัดค่าได้รวดเร็วกว่า และค่าที่วัดได้มีความแม่นยำเทียบเท่ากับการตรวจวัดทั่วไป

Internet of Things (IoT) คือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้ง่ายจนทำให้เราสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่น ๆ จนเกิดเป็นบรรดา Smart ต่าง ๆ อย่าง smart farm ที่มีการนำเซนเซอร์มาใช้ในภาคเกษตรกรรมเพื่อช่วยลดแรงคน และเพื่อติดตามผลได้อย่างแม่นยำ

2. การพัฒนาระบบบนหน้าเว็บไซต์และแอพพลิเคชั่น

ส่วนของการทำระบบเพื่อตีดตามค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ จะถูกออกแบบโดยการใช้ภาษา HTML และ PHP ให้มีการทำงานเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลPostgresSQL/PostGIS ที่ได้มีการส่งข้อมูลเข้ามาจากเซนเซอร์จากนั้นนำค่าที่ได้แสดงขึ้นในส่วนของหน้าเว็บ และในส่วนของแอพพลิเคชั่นในงานวิจัยนี้เลือกใช้ปฏิบัติการแอนดอยโดยใช้ซอฟต์แวร์ Cordova โดยสามารถนำส่วนของหน้าเว็บไซต์มาพัฒนาระบบในรูปแบบของแอพพลิเคชั่นได้เลย

FOSS4G มีรูปแบบในการทำงานแบบ Free and Open Source Software ไม่มีการเก็บค่าบริการ แต่มีประสิทธิภาพในการทำงานเทียบเท่ากับ Commercial-Software เช่น ArcGIS ที่มีราคาค่าใช้จ่ายในการซื้อซอฟต์แวร์ที่มีราคาค่อนข้างสูง การทำงาน สามารถแสดงผลการติดตามข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างดี รวมถึงการพัฒนากระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆก็สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนา

1. อุปกรณ์ต้นแบบไม่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ทั่วไป ใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ที่กำหนดเท่านั้น

2. ในพื้นที่ที่ไม่สัญญาณอุปกรณ์จะไม่ทำงาน

5.3 อภิปรายผล

การพัฒนาชุดอุปกรณ์เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดคุณสมบัติของดิน ได้มีการนำเซนเซอร์เข้ามาซึ่งได้นำประโยชน์จากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการส่งข้อมูลของอุปกรณ์เซนเซอร์ไปดก็บไว้ในรูปแบบฐานข้อมูลด้วย phpPgAdmin จากกระบวนการที่กล่าวมาการพัฒนาระบบติดตามคุณสมบัติของดินคล้องกับงานวิจัยของปองพล นิลพฤกษ์และคณะ (2561) ได้พัฒนาระบบตรวจวัดและแจ้งเตือนสภาพดินในสวน ทุเรียน และลงพื้นที่กับเกษตรกรรายย่อยเพื่อแก้ปัญหา ดังกล่าว โดยได้ศึกษาปัญหาและความต้องการของ ผู้ใช้งาน วิเคราะห์และออกแบบระบบ พัฒนาระบบ ต้นแบบทั้งในส่วนของซอฟต์แวร์ซึ่งประยุกต์กับ ฐานความรู้ในระบบ และฮาร์ดแวร์ซึ่งเชื่อมต่อกับ เซนเซอร์ความเป็นกรดด่าง ความชื้น อุณหภูมิ และ ปริมาณแสงในดิน เป็นต้น รวมถึงการติดตั้งระบบและ ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่กลุ่มเป้าหมาย ผลการศึกษาพบว่า การติดตั้งระบบต้นแบบซึ่งทำงานได้ปกติพลังงานจาก แผงโซล่าเซลล์สามารถส่งพลังงานให้ระบบทำงานได้อย่างต่อเนื่องถ้ามีแสงอาทิตย์ส่องถึง เกษตรกรสามารถ ปรับการแจ้งเตือนความชื้นและค่าความเป็นกรดด่างที่ เหมาะสมตามสูตรเฉพาะได้โดยตรงผ่านแอปพลิเคชัน ฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ แอนดรอยด์ทำงานได้ครบทุกส่วน ระบบสามารถรองรับจำนวนอุปกรณ์ที่มีเพิ่มในอนาคตได้ผลการประเมิน ประสิทธิภาพของระบบและความพึงพอใจของผู้ใช้งานของแอปพลิเคชันได้คะแนน 4.31/5.00 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้เกษตรกรรายย่อยยังเข้าถึงอุปกรณ์ตรวจวัดต้นแบบในราคาที่ยอมรับได้ ในอนาคตสามารถ ลดต้นทุนของอุปกรณ์ต้นแบบ และยังต่อยอดในระบบฟาร์มอัจฉริยะกับพืชชนิดอื่นได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาต่อไป

1. ข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาในการใช้งานที่ผู้ใช้จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงแหล่งจ่ายไฟเพื่อให้เซนเซอร์ยังสามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง

2. ข้อจำกัดในเรื่องของสัญญาณอินเทอร์เน็ต ควรมีการแก้ไขการใช้ใช้สัญญาณอินเทอร์เน็ต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

บรรณานุกรม

กองพล อารีรักษ์ (2560) **การควบคุมแบบอัตโนมัติของระบบปั๊มน้ำสำหรับไร่มันสำปะหลังที่ใช้แหล่งพลังงานโซลาร์เซลล์**.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีสืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2562

จิตติพงษ์ บุษบา และคณะ (2561) **ต้นแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับการเกษตร ที่สามารถควบคุมการจ่ายน้ำในแปลงเกษตร**.มหาวิทยาลัยหอการค้าไทยสืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2562

ธนพนธ์ สุพัฒนกิจกุล (2558) **อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิตู้แช่ด้วยอาดุยโน่ (Freezer Temperature Controller Using Arduino: FTC).**มหาวิทยาลัยบูรพาสืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2562

ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์ (2555) **การทำงานและประดิษฐ์เครื่องมือตรวจวัดและบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สำหรับงานสุขศาสตร์อุตสาหกรรม**.มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2562

นพพล เชาวนกุล (2561) **การพัฒนาระบบควบคุมค่าความเป็นกรด-ด่างและอุณหภูมิของสารอาหารอัตโนมัติสำหรับการปลูกผักวิธีไฮโดรโปนิกส์ผ่านแอพพลิเคชั่นแอนดรอยด์**.มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามสืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2562

ปองพล นิลพฤกษ์และคณะ (2561) **การพัฒนาระบบตรวจวัดและแจ้งเตือนสภาพดินในสวนทุเรียน.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีสืบค้นเมื่อ 12 สิงหาคม 2562

วีรศักดิ์ ฟองเงิน และคณะ (2561) **การพัฒนาออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์.**มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามสืบค้นเมื่อ 4 กรกฎาคม 2562

Barbon, G., Margolis, M., Palumbo, F., Raimondi, F., & Weldin, N. (2016). **Taking Arduino to the Internet of Things: the ASIP programming model**. Computer Communications, 89, 128-140.

นราธิป ทอง ปาน (2016) **ระบบ รดน้ำ อัตโนมัติ ผ่าน เครือ ข่าย เซ็นเซอร์ ไร้ สาย.** Journal of Information Technology Management and Innovation, 3(1), 35-43.

Rogovska, N., Laird, D. A., Chiou, C. P., & Bond, L. J. (2019). **Development of field mobile soil nitrate sensor technology to facilitate precision fertilizer management**. Precision agriculture, 20(1), 40-55.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Geoserver, https://medium.com/@ussawinvongkancom (สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2562)

PostGis, https://www.priabroy.name/archives/2819 (สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2562)

Arduino,https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/latest-blogs/what-is-arduino-ch1.html (สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2562)

Arduino IDE, https://poundxi.com/วิธีใช้งานโปรแกรม-arduino-ide-เบื้องต้น (สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2562)

ภาษา HTML, http://www.codingbasic.com/html.html (สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2562)

ภาษา PHP, http://marcuscode.com/lang/php/introduction (สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2562)

ภาษา JavaScript,www2.cvc.ac.th/trsai/t51/39012009/JavaScript.doc (สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2562)

JSON , https://saixiii.com/what-is-json/ (สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2562)

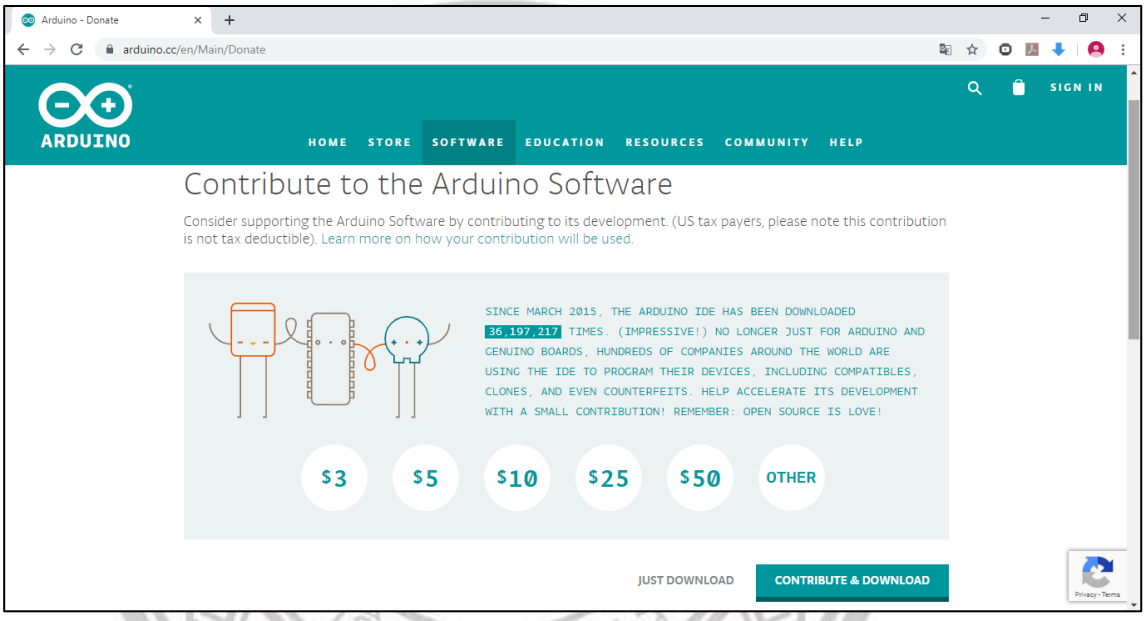
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ก.

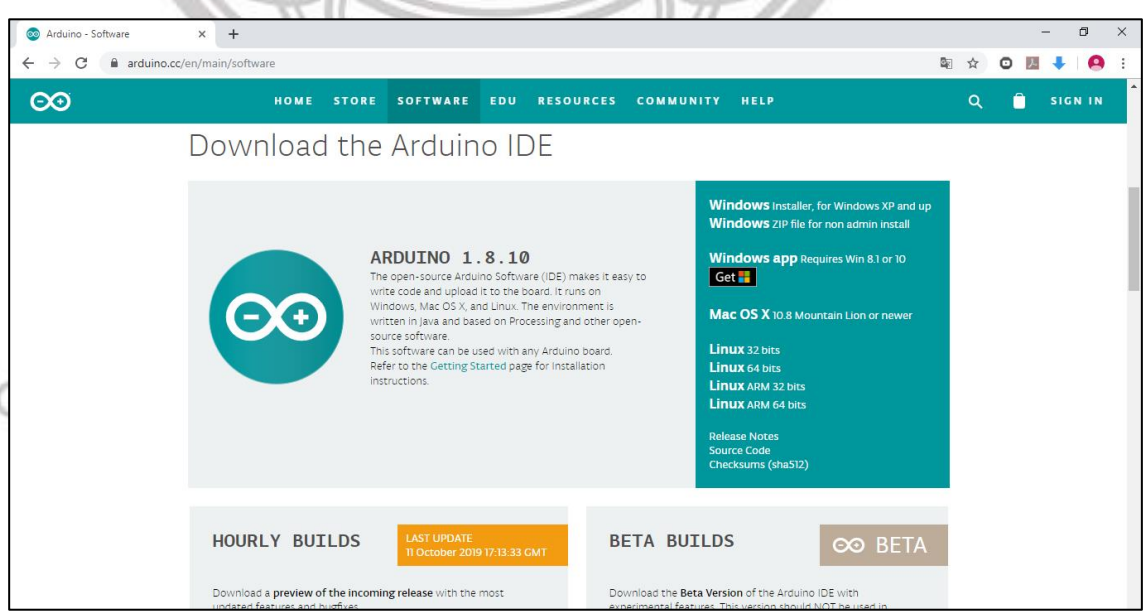
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

การติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE

ดาวโหลดโปรแกรม Arduino IDE ได้จาก https://www.arduino.cc/en/main/software

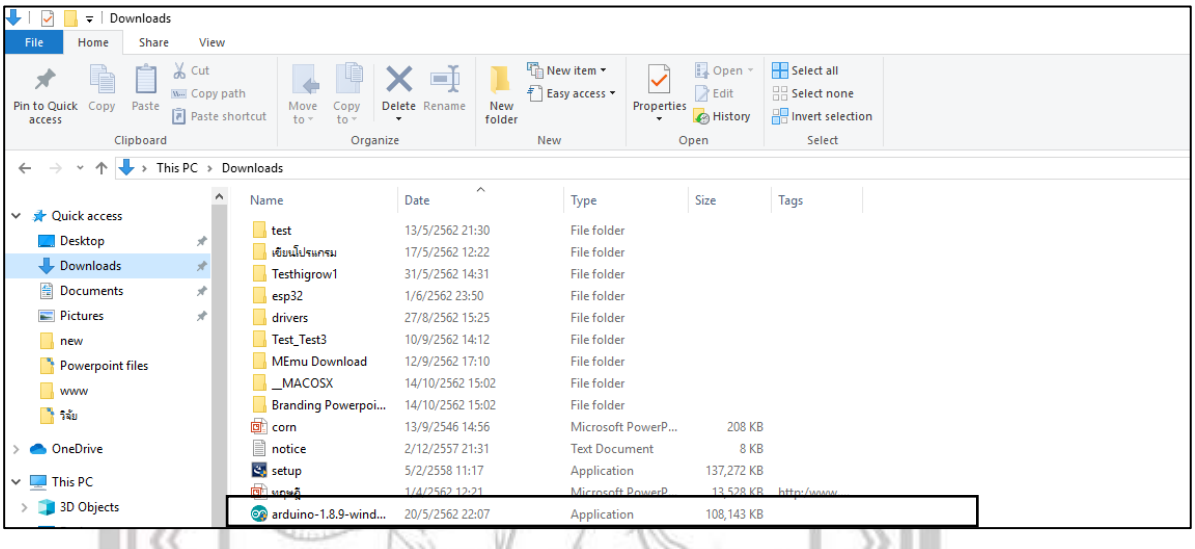


ดาวโหลดโปรแกรม Arduino IDE



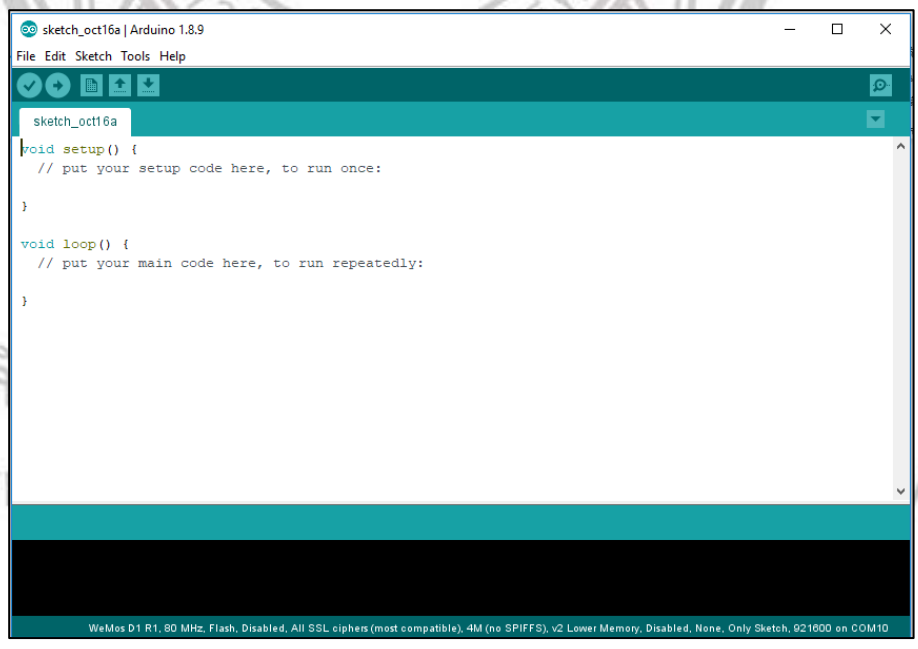
ดาวโหลดโปรแกรม Arduino IDE

เมื่อทำการดาวโหลดจะได้ไฟล์สำหรับติดตั้ง ดับเบิลคลิกเพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม



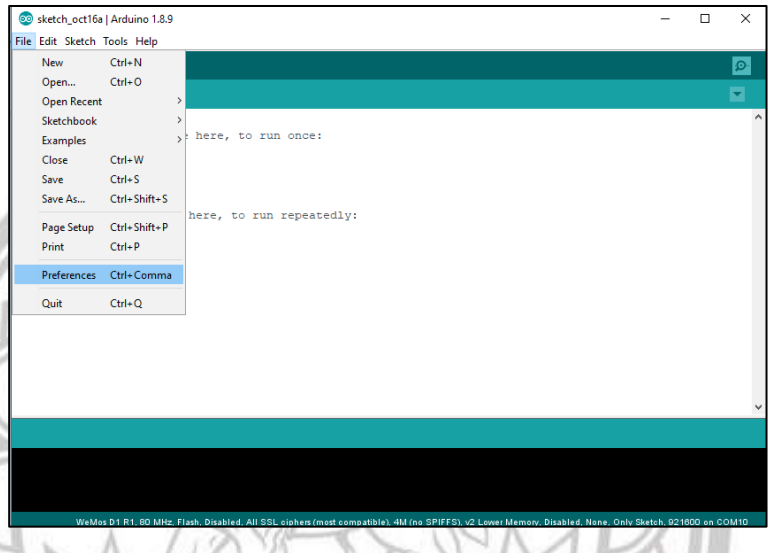
ดาวโหลดโปรแกรม *Arduino IDE*

หน้าต่างโปรแกรมจะปรากฏดังภาพ



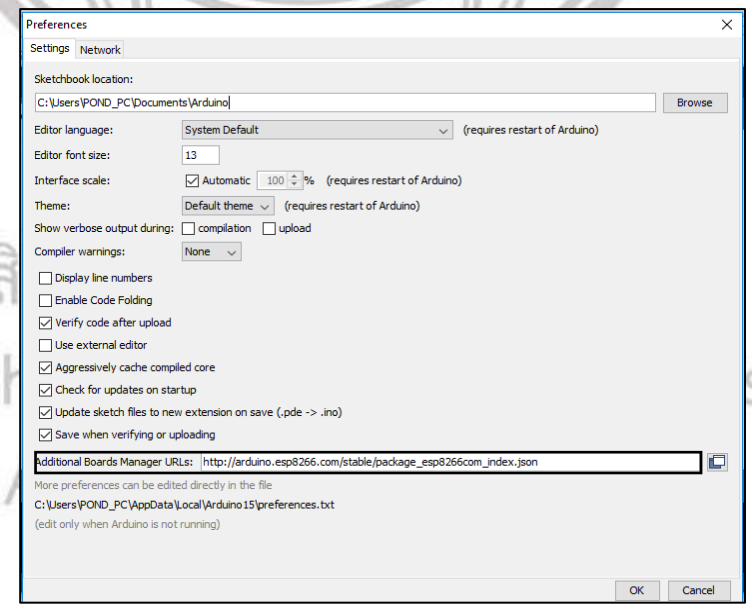
โปรแกรม Arduino IDE

ในหน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE คลิกไปที่เมนู File -> Preferences เพื่อติดตั้งบอร์ดNodeMCU/ ESP8266 แบบออนไลน์



โปรแกรม Arduino IDE

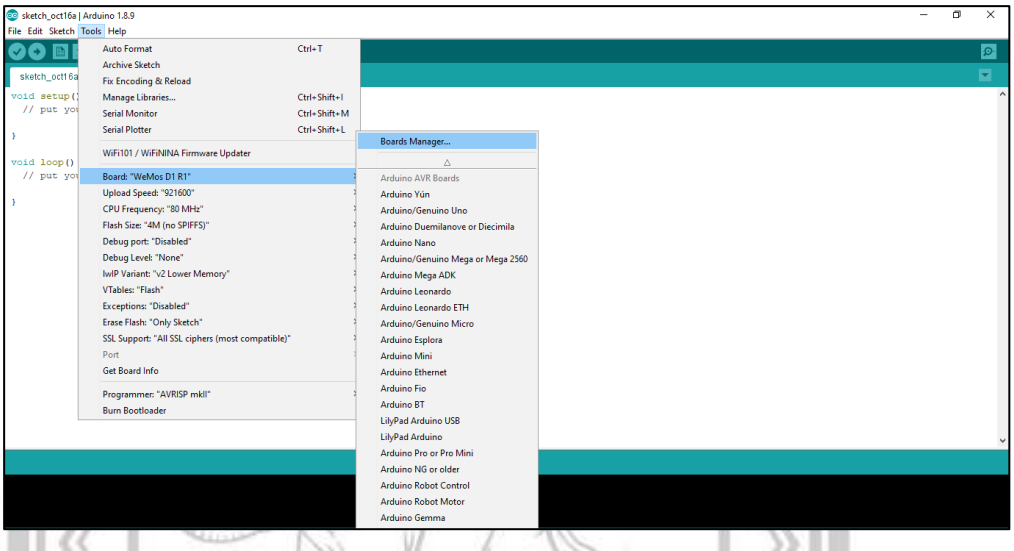
เพิ่ม http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json ลงในช่อง Additional Boards Manager URLs ดังภาพ



โปรแกรม Arduino IDE

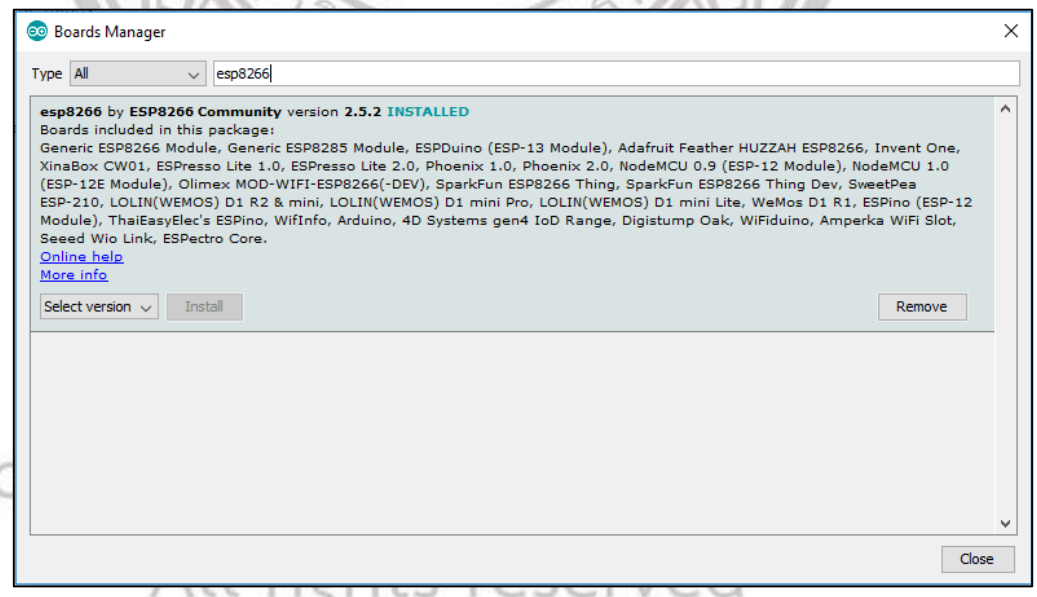
ลิขสิ
Copyrigh
sity

คลิกไปที่เมนู Tools -> Board -> Board Manager



โปรแกรม Arduino IDE

พิมพ์คำว่า ESP8266 ลงในช่อง และเริ่มต้นติดตั้งดังภาพ



โปรแกรม Arduino IDE

ทดสอบด้วยการเขียนโค้ดให้หลอดไฟ LED บนบอร์ดกระพริบ

```
int LED_Pin = 12;  //ประกาศตัวแปรชื่อ LED_Pin เป็นชนิด int เพื่อเก็บค่าตำแหน่ง Pin ที่จะควบคุม
LED

int LED_Pin2 = 4;

int LED_Pin3 = 1;

void setup() {

  pinMode(LED_Pin, OUTPUT);  //กำหนดโหมดของ Pin ที่ขา LED_Pin เป็น OUTPUT

   pinMode(LED_Pin2, OUTPUT);

   pinMode(LED_Pin3, OUTPUT);

}

void loop() {

    digitalWrite(LED_Pin, HIGH);  //ทำการส่ง Digital ออกทาง LED_Pin เป็น HIGH

  delay(500);  //หน่วงเวลา 1000 (หน่วยเป็น มิลิวินาที โดยที่ 1000 มิลลิวินาที เท่ากับ 1 วินาที)

    digitalWrite(LED_Pin, LOW);  //ทำการส่ง Digital ออกทาง LED_Pin เป็น HIG

  delay(100); //หน่วงเวลา 1000 (หน่วยเป็น มิลิวินาที โดยที่ 1000 มิลลิวินาที เท่ากับ 1 วินาที)

   digitalWrite(LED_Pin2, HIGH);  //ทำการส่ง Digital ออกทาง LED_Pin เป็น HIGH

  delay(500);  //หน่วงเวลา 1000 (หน่วยเป็น มิลิวินาที โดยที่ 1000 มิลลิวินาที เท่ากับ 1 วินาที)

    digitalWrite(LED_Pin2, LOW);  //ทำการส่ง Digital ออกทาง LED_Pin เป็น HIG
```

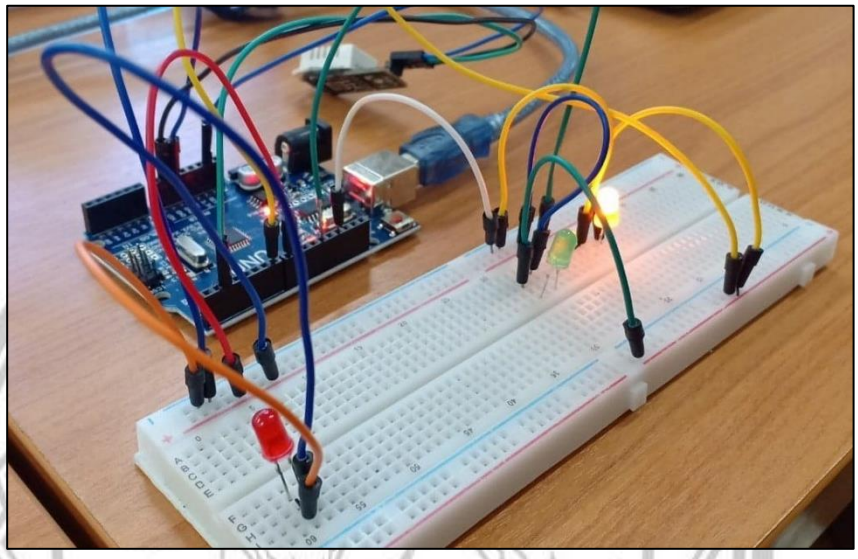
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
  delay(100); //หน่วงเวลา 1000 (หน่วยเป็น มิลิวินาที โดยที่ 1000 มิลลิวินาที เท่ากับ 1 วินาที)
   digitalWrite(LED_Pin3, HIGH);  //ทำการส่ง Digital ออกทาง LED_Pin เป็น HIGH
  delay(500);  //หน่วงเวลา 1000 (หน่วยเป็น มิลิวินาที โดยที่ 1000 มิลลิวินาที เท่ากับ 1 วินาที)
    digitalWrite(LED_Pin3, LOW);  //ทำการส่ง Digital ออกทาง LED_Pin เป็น HIG
  delay(100); //หน่วงเวลา 1000 (หน่วยเป็น มิลิวินาที โดยที่ 1000 มิลลิวินาที เท่ากับ 1 วินาที)


}
```

ทำการคลิกที่ปุ่ม เพื่อทำการอัพโหลดโค้ดเข้าสู่บอร์ด NodeMCU/ESP8266

โปรแกรม Arduino IDE

ผลจากการทดสอบการต่อวงจรไฟLED



ทดสอบวงจร LED

การติดตั้ง Apache Cordova

ติดตั้ง Java JDK

ดาวโหลด Java SE Development

Java SE Development Kit 8u231

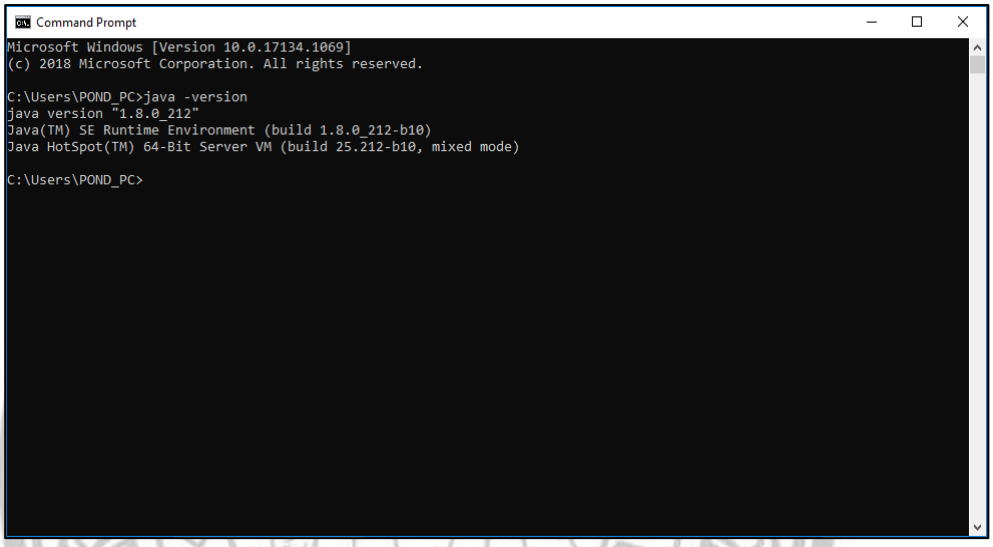
You must accept the Oracle Technology Network License Agreement for Oracle Java SE to download this software.

○ Accept License Agreement ◉ Decline License Agreement

Product / File Description	File Size	Download
Linux ARM 32 Hard Float ABI	72.9 MB	jdk-8u231-linux-arm32-vfp-hflt.tar.gz
Linux ARM 64 Hard Float ABI	69.8 MB	jdk-8u231-linux-arm64-vfp-hflt.tar.gz
Linux x86	170.93 MB	jdk-8u231-linux-i586.rpm
Linux x86	185.75 MB	jdk-8u231-linux-i586.tar.gz
Linux x64	170.32 MB	jdk-8u231-linux-x64.rpm
Linux x64	185.16 MB	jdk-8u231-linux-x64.tar.gz
Mac OS X x64	253.4 MB	jdk-8u231-macosx-x64.dmg
Solaris SPARC 64-bit (SVR4 package)	132.98 MB	jdk-8u231-solaris-sparcv9.tar.Z
Solaris SPARC 64-bit	94.16 MB	jdk-8u231-solaris-sparcv9.tar.gz
Solaris x64 (SVR4 package)	133.73 MB	jdk-8u231-solaris-x64.tar.Z
Solaris x64	91.96 MB	jdk-8u231-solaris-x64.tar.gz
Windows x86	200.22 MB	jdk-8u231-windows-i586.exe
Windows x64	210.18 MB	jdk-8u231-windows-x64.exe

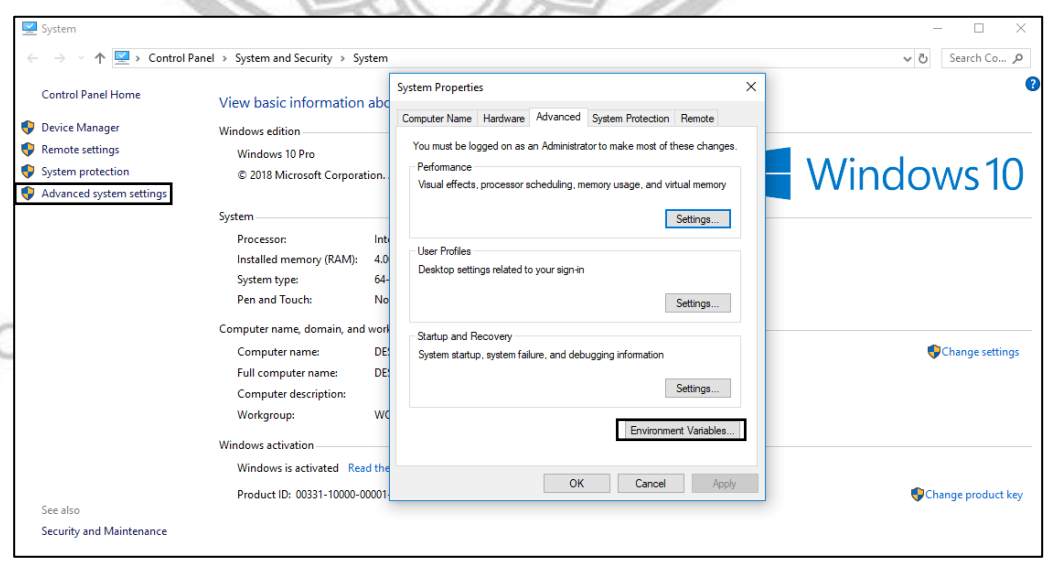
ติดตั้ง Java JDK

จากนั้นทำการติดตั้ง เมื่อทำการติดตั้งเสร็จทำการตรวจสอบว่าติดตั้งสำเร็จหรือไม่ ทำได้โดย start > cmd > java -version



โปรแกรม Arduino IDE

ทำการกำหนด Path ของ JDK ที่เราลงให้กับคอมพิวเตอร์ คลิกขวาที่ My Computer -> Properties เลือก Advanced system settings ที่แถบ Advanced ให้คลิกเข้าไปที่ Environment Variables...



กำหนด Path ของ JDk

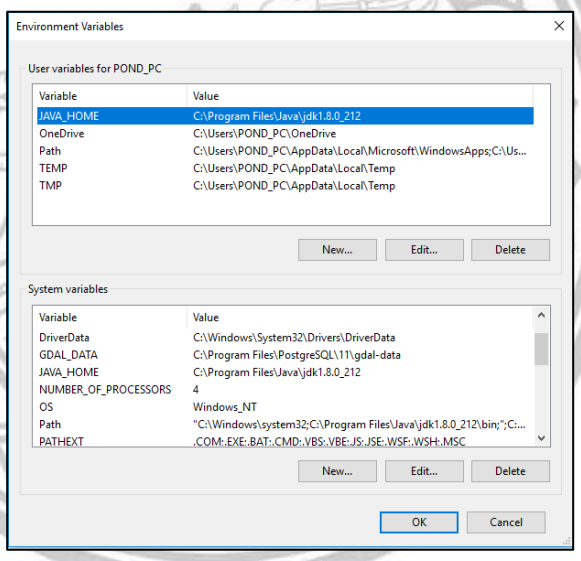
ที่ส่วนของ System variables ให้ทำการสร้าง variable ขึ้นมาใหม่ โดยการกด New...

ช่อง Variable Name: ใส่ว่า JAVA_HOME

ช่อง Variable value: ใส่ path ของ JDK ที่เราลงไปก่อนหน้า

เสร็จแล้วคลิก OK

path ของ JDK C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_212



กำหนด Path ของ JDK

เพิ่ม variable ไปอีกตัว ด้วยการกด New.. เช่นเดิม

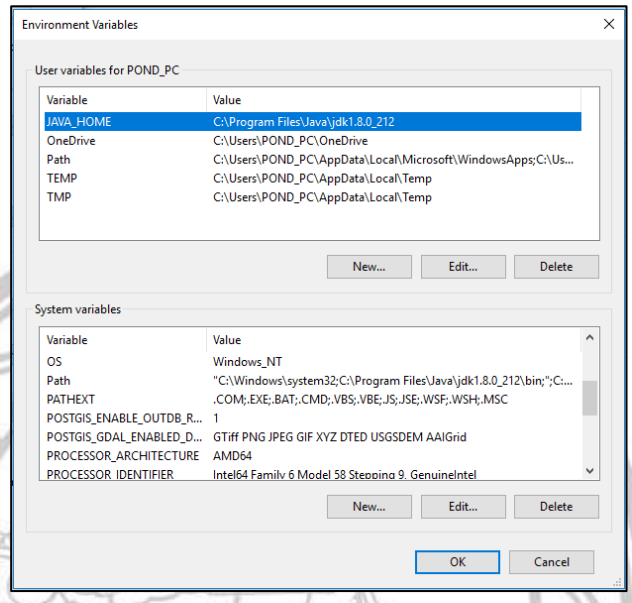
ช่อง Variable Name: ใส่ว่า path

ช่อง Variable value: ใส่ path ของ JDK/bin

เสร็จแล้วคลิก OK

path ของ JDK/bin C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_212\bin

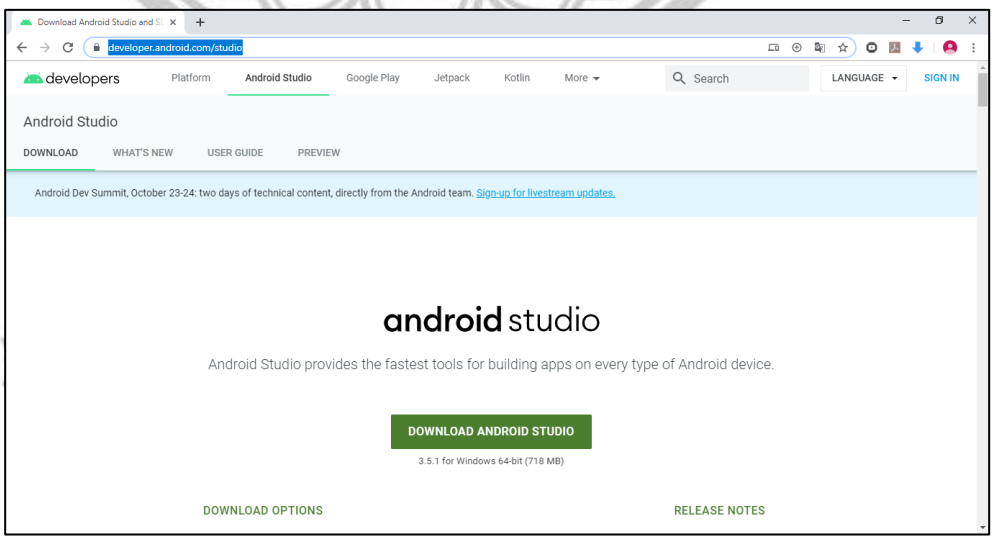
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



กำหนด Path ของ JDK

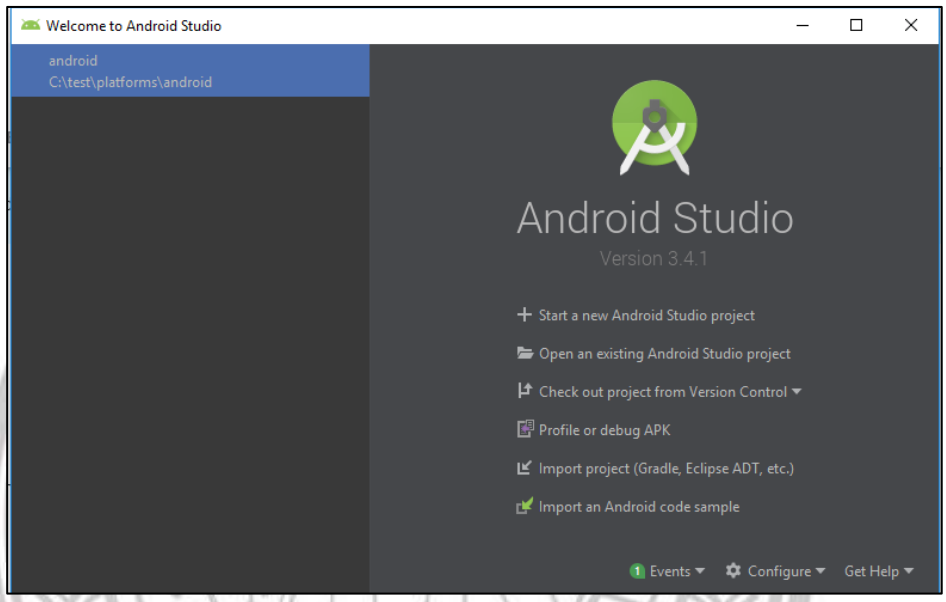
1. **ติดตั้ง android studio**

ดาวโหลดตัวติดตั้งได้จาก https://developer.android.com/studio



ติดตั้ง Android Studio

ทำการติดตั้งให้สำเร็จ จากนั้นจะได้หน้าต่างโปรแกรมดังภาพเป็นอันเสร็จ



ติดตั้ง Android Studio

ทำการกำหนด Path ของ Android ที่เราลงให้กับคอมพิวเตอร์ ทำได้เช่นเดียวกับการกำหนด Path ของ JDK ที่

ที่ส่วนของ System variables ให้ทำการสร้าง variable ขึ้นมาใหม่ โดยการกด New...

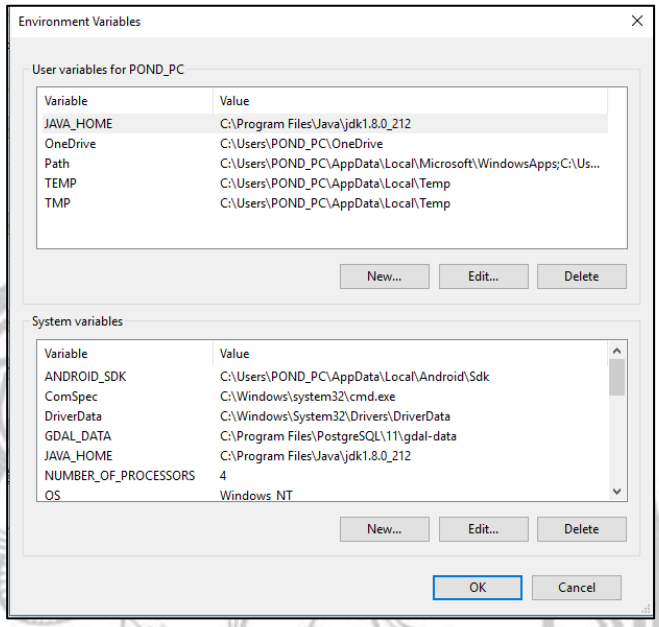
ช่อง Variable Name: ใส่ว่า ANDROID_SDK

ช่อง Variable value: ใส่ path ของ SDK ที่เราลงไปก่อนหน้า

เสร็จแล้วคลิก OK

path ของ JDK C:\Users\POND_PC\AppData\local\Android\Sdk

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved



กำหนด Path ของ Android

เพิ่ม variable ไปอีกตัว ด้วยการกด New.. เช่นเดิม

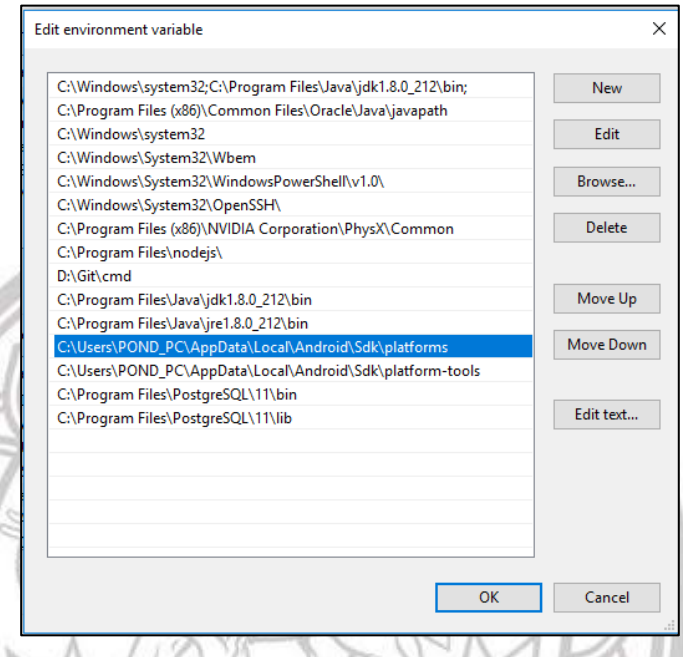
ช่อง Variable Name: ใส่ว่า path

ช่อง Variable value: ใส่ path ของ SDK/platforms

เสร็จแล้วคลิก OK

path ของ JDK/bin C:\Users\POND_PC\AppData\Local\Android\sdk\platforms

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

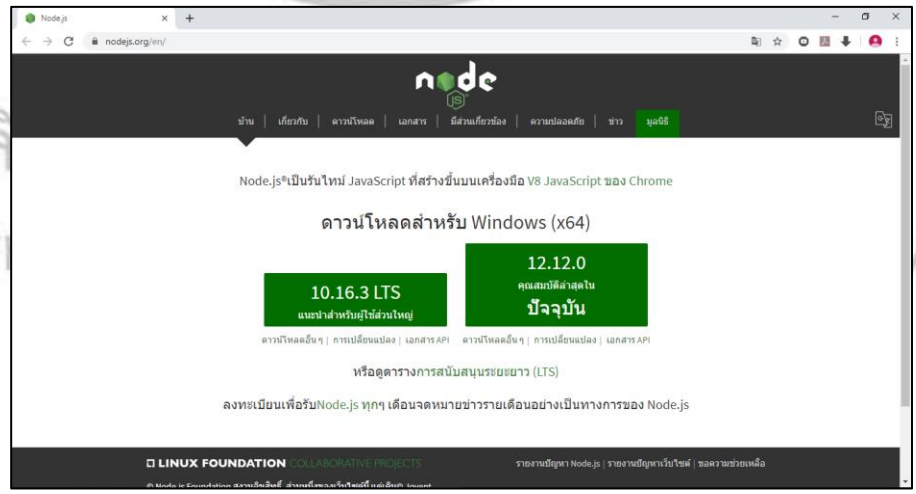


กำหนด Path ของ Android

3. ติดตั้ง Node.js

Cordova ทำงานบนแพลตฟอร์ม Node.js ซึ่งจะต้องติดตั้งเป็นขั้นตอนแรก ดาวน์โหลดตัวติดตั้งจาก:

http://nodejs.org

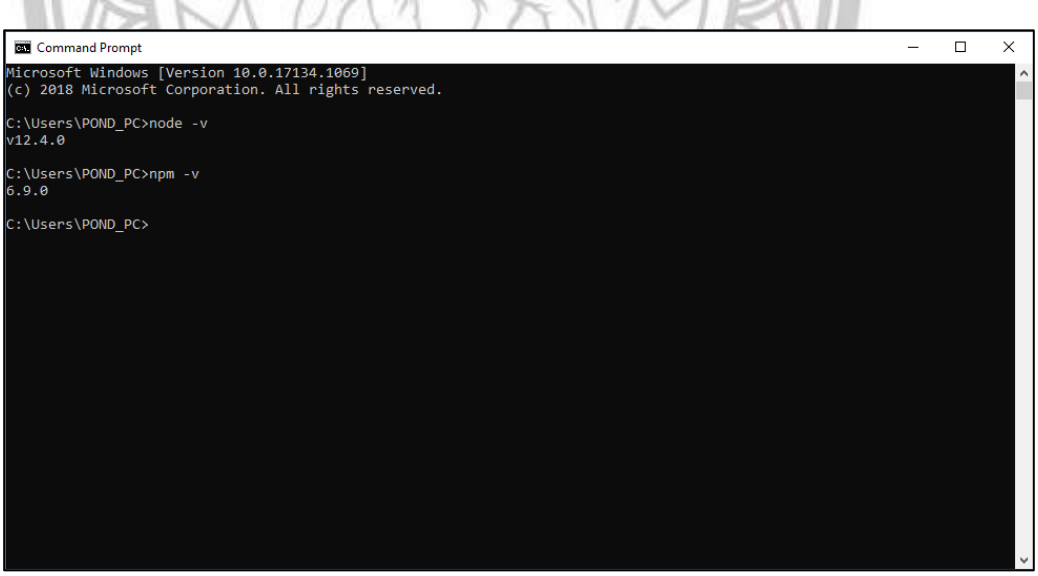


ติดตั้ง Node.js

เมื่อดาวน์โหลดเสร็จแล้ว จะได้ตัว Install node js มา ให้ทำการ Double click เพื่อติดตั้ง

ติดตั้ง Node.js

เมื่อทำการติดตั้งเสร็จ ทำการเช็คเวอร์ชั่น ทำได้โดย Start –> cmd –> node -v และ npm -v ก็จะแสดงเวอร์ชั่นของ node js และ npm

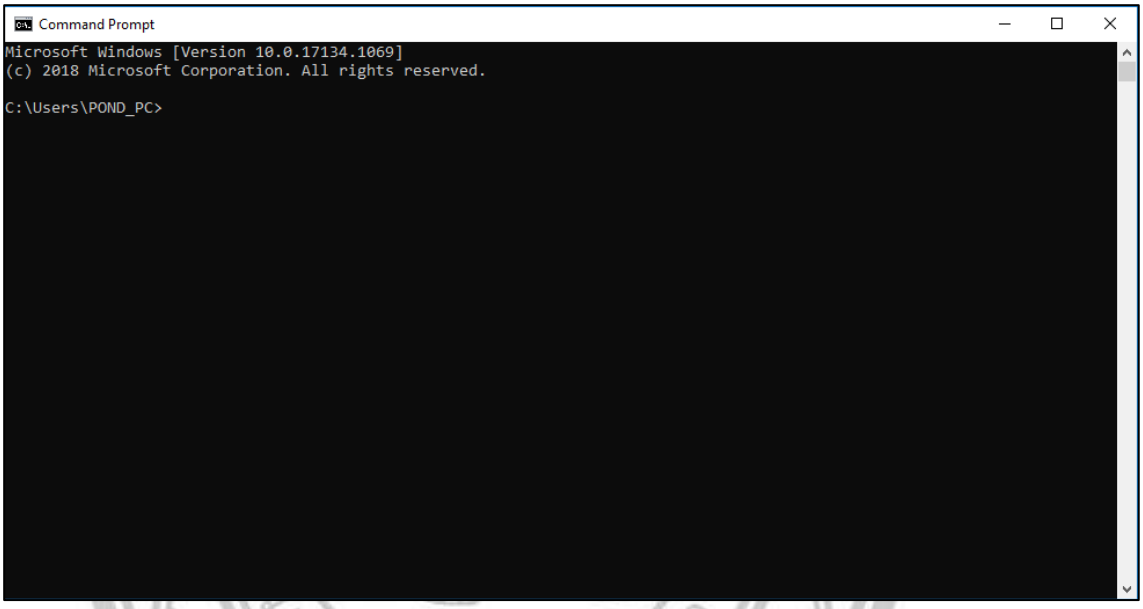


เช็คเวอร์ชัน

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

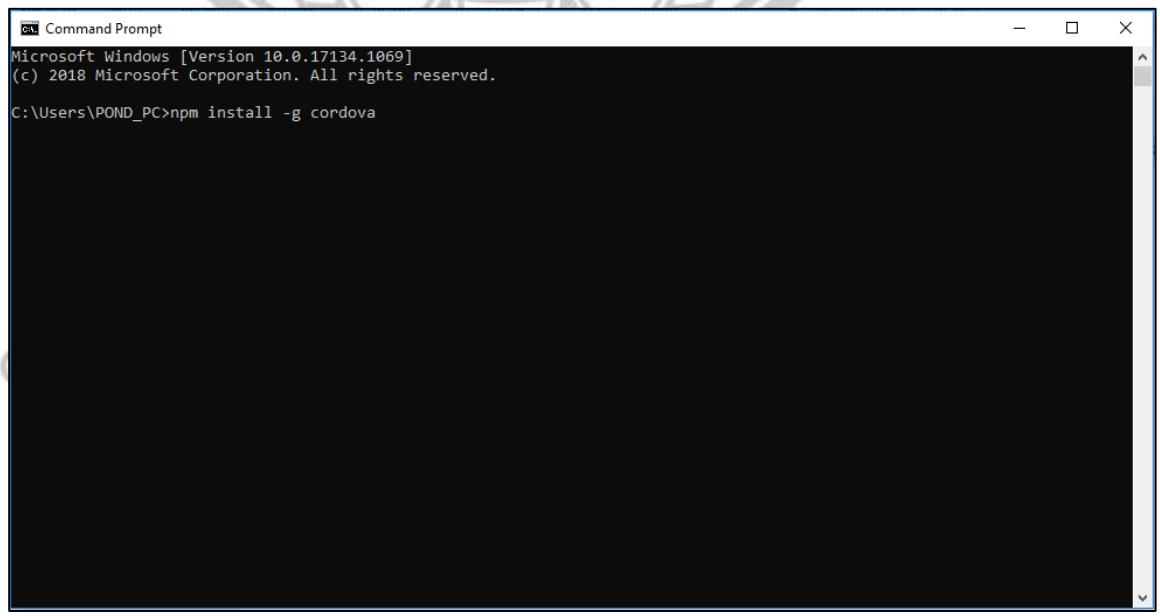
4.ติดตั้ง Cordova

เปิด Command prompt ที่ start > cmd



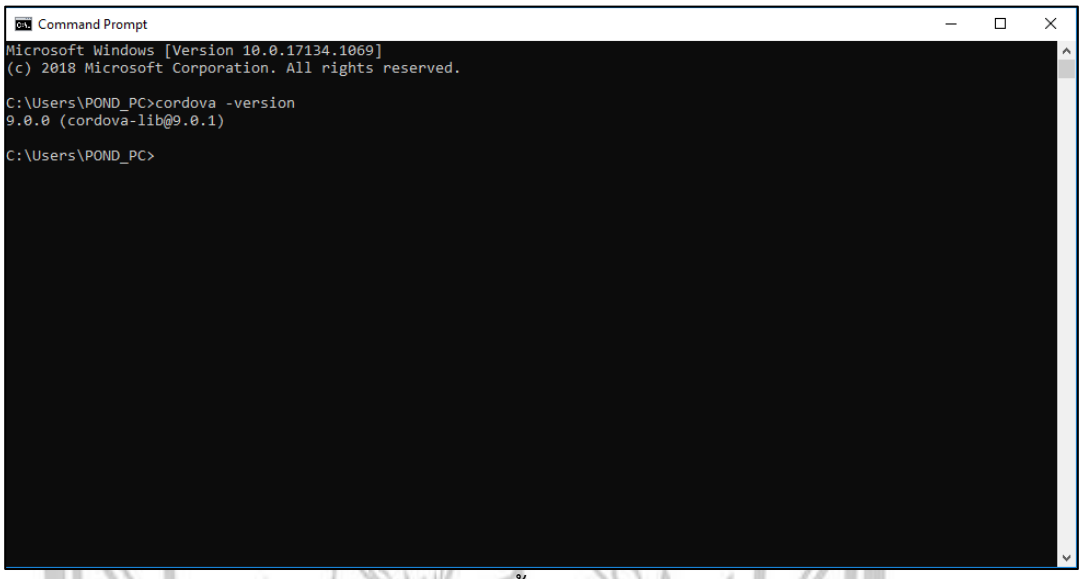
การติดตั้ง Cordova

พิมพ์คำสั่ง npm install -g cordova



การติดตั้ง Cordova

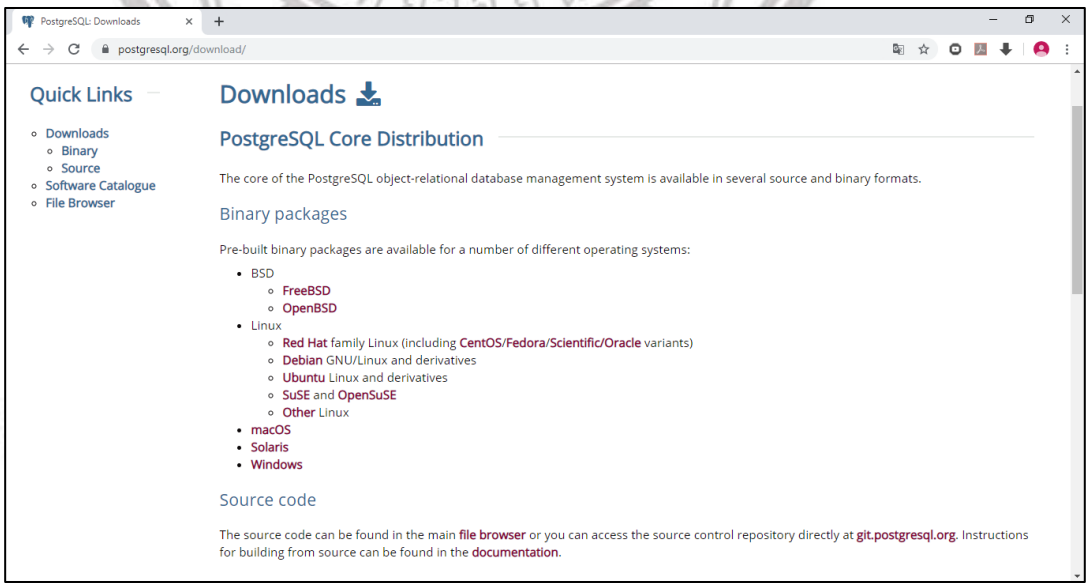
เช็คเวอร์ชั่นโดยพิมพ์ cordova build



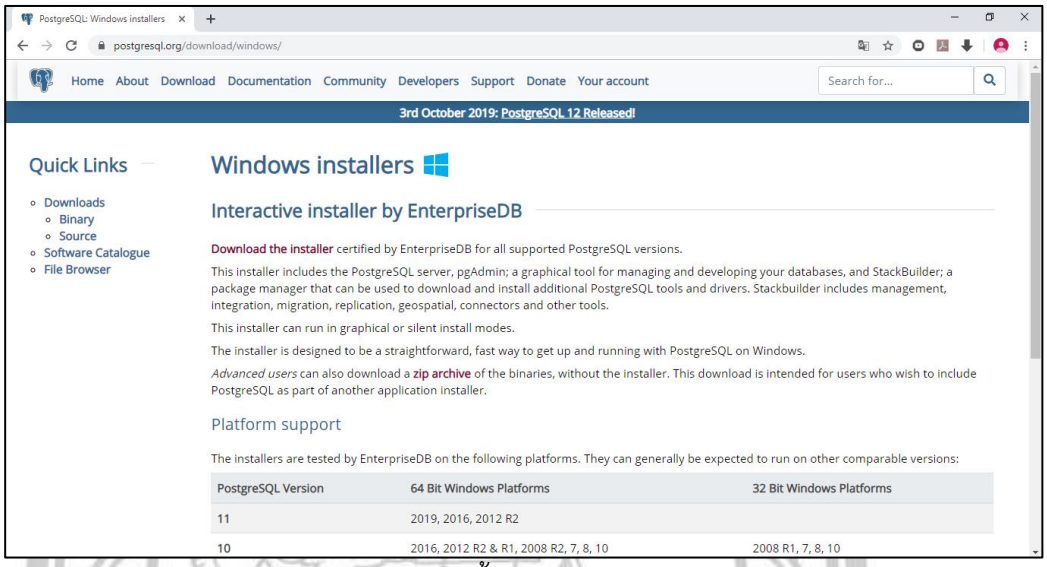
การติดตั้ง Cordova

ติดตั้ง PostgreSQL

ทำการดาวโหลดที่ https://www.postgresql.org/download/

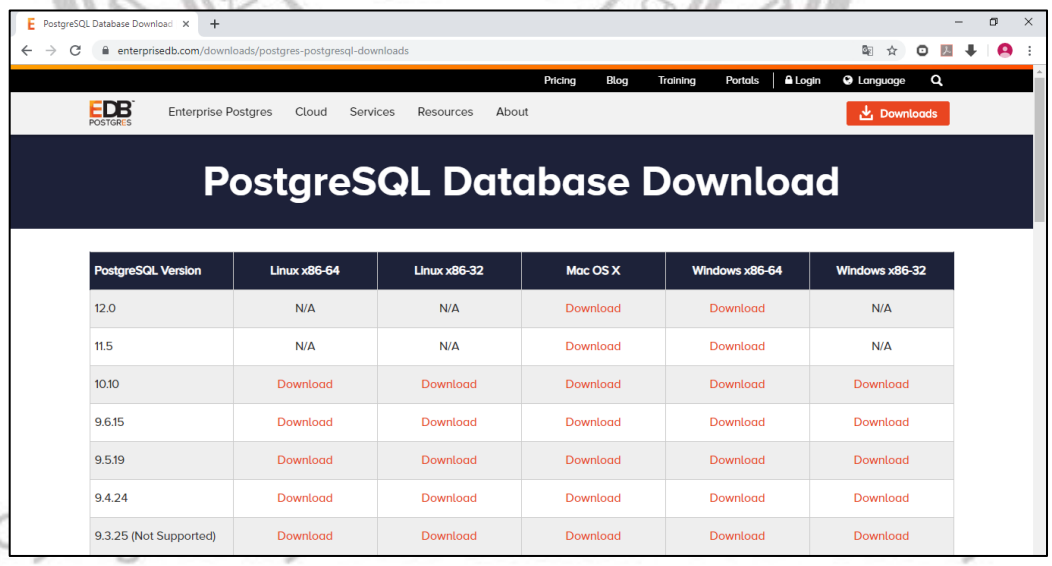


การติดตั้ง PostgreSQL



การติดตั้ง PostgreSQL

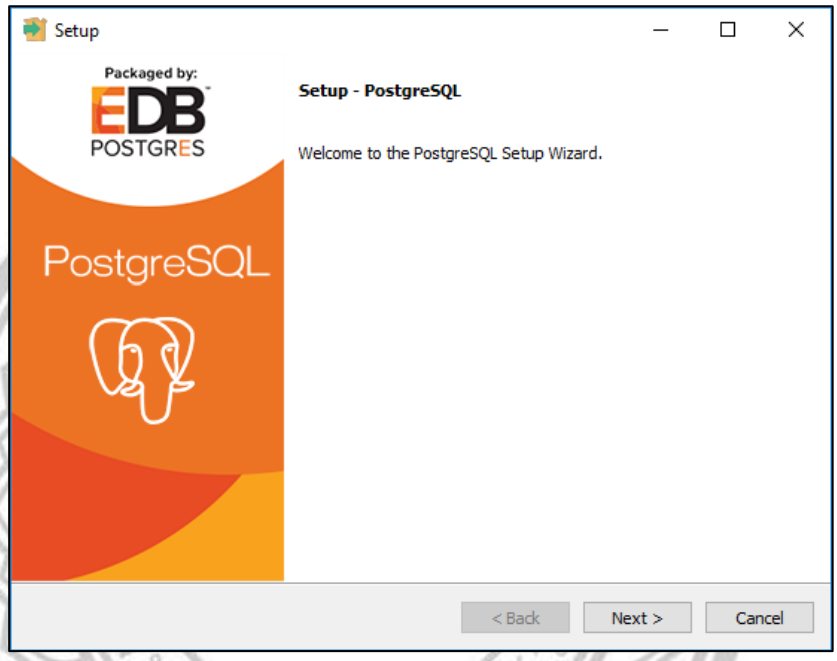
เลือกเวอร์ชั่นให้ตรงกับการใช้งาน



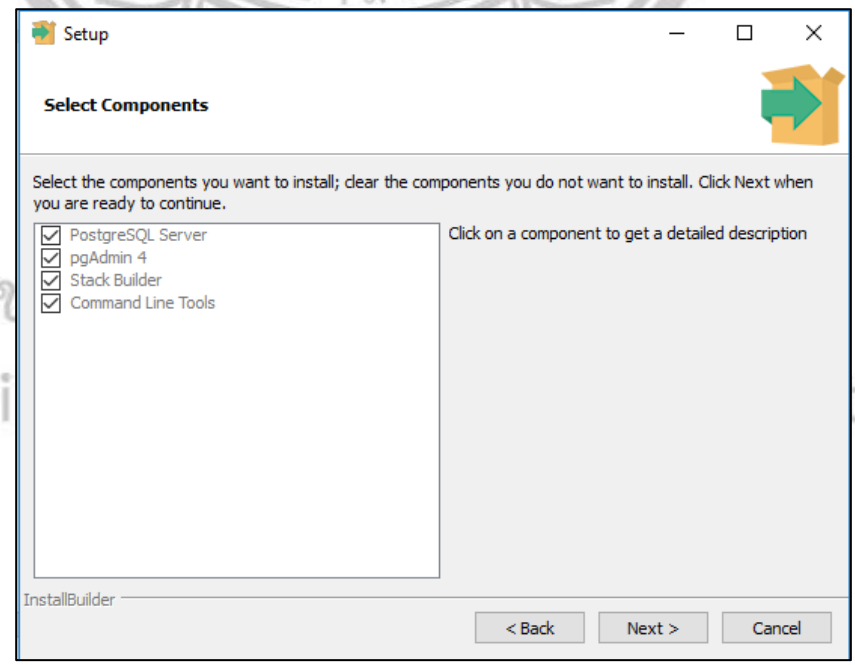
การติดตั้ง PostgreSQL

All rights reserved

เมื่อดาวน์โหลดเสร็จแล้วให้ดับคลิกที่ไฟล์โปรแกรมจากนั้นระบบจะปิดหน้าต่างใหม่ขึ้นมา ดังรูป ให้กดปุ่ม Next

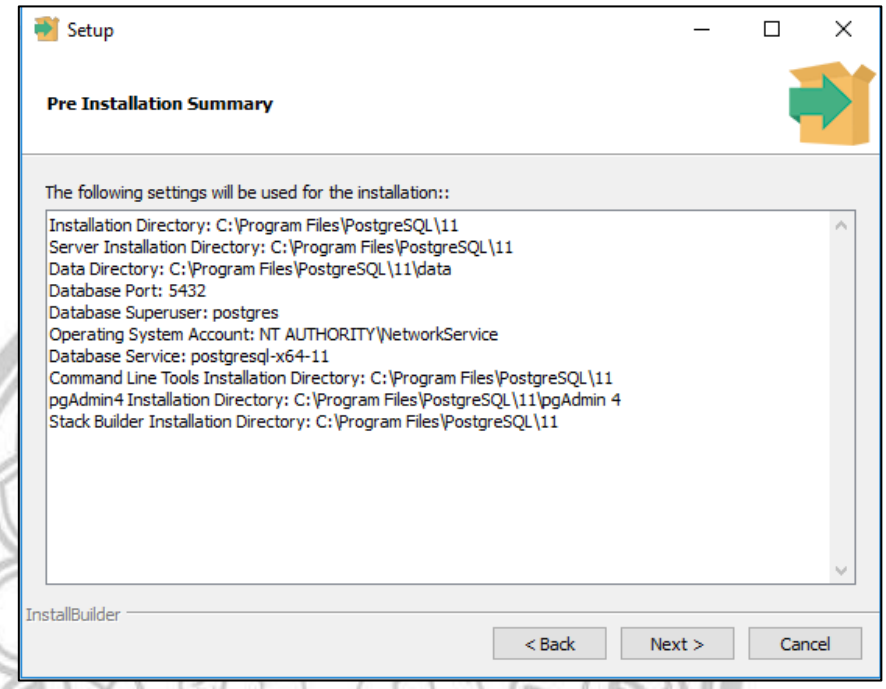


การติดตั้ง PostgreSQL

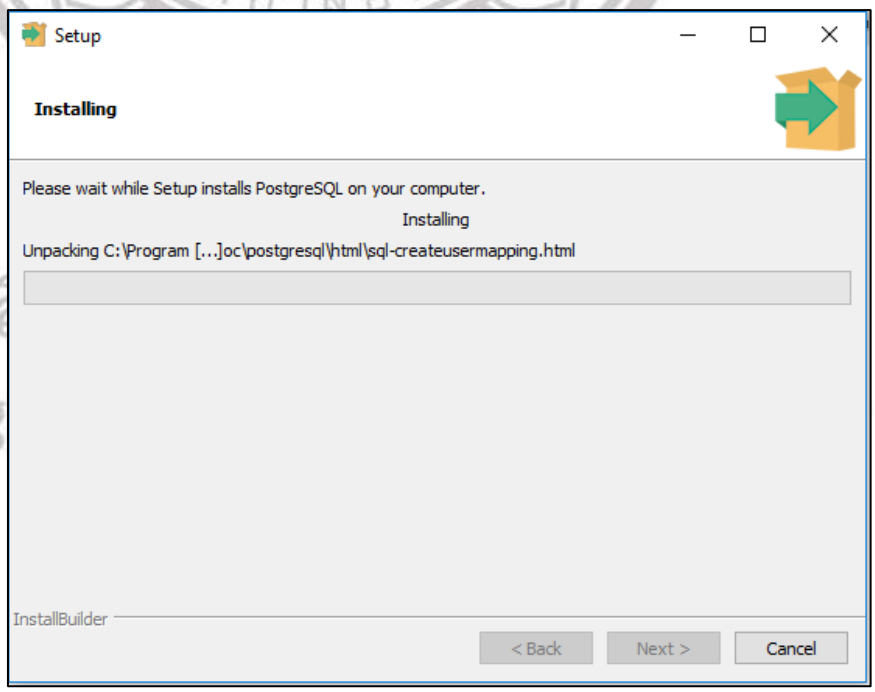


การติดตั้ง PostgreSQL

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University



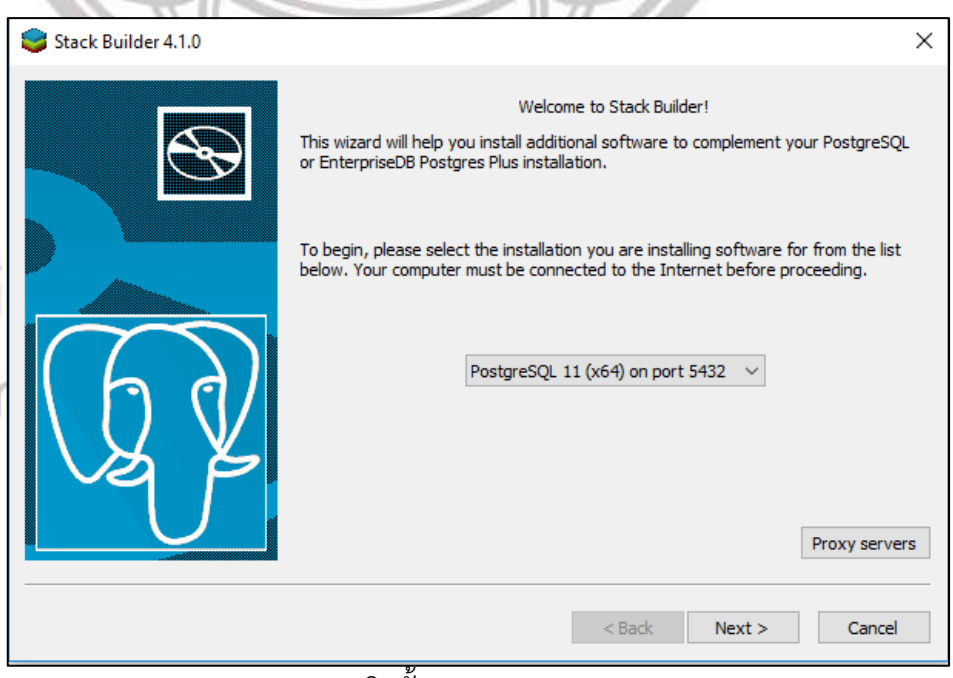
การติดตั้ง PostgreSQL



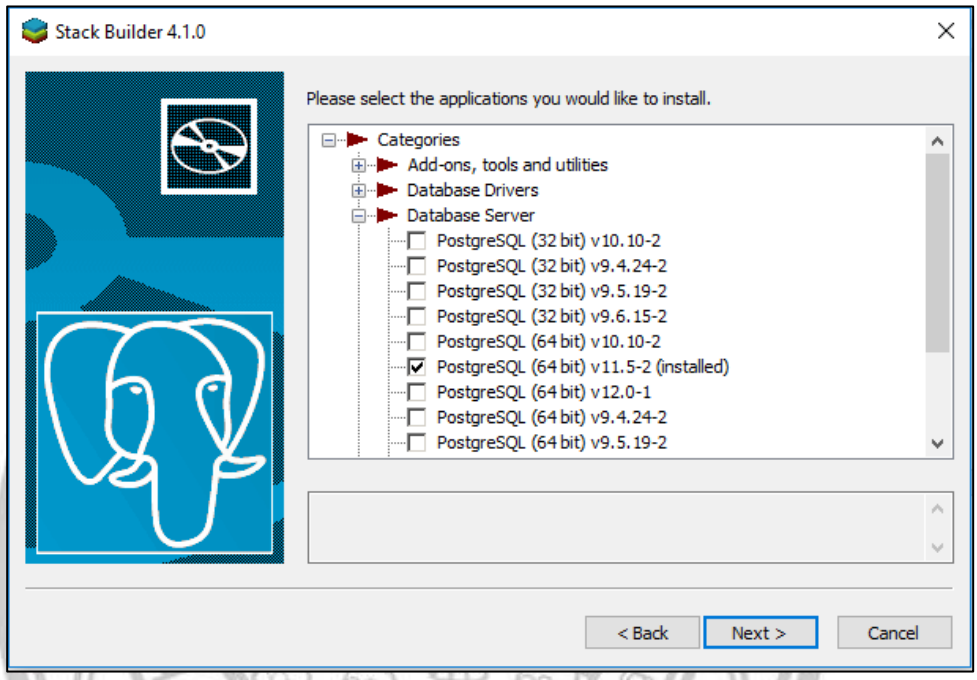
การติดตั้ง PostgreSQL

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright

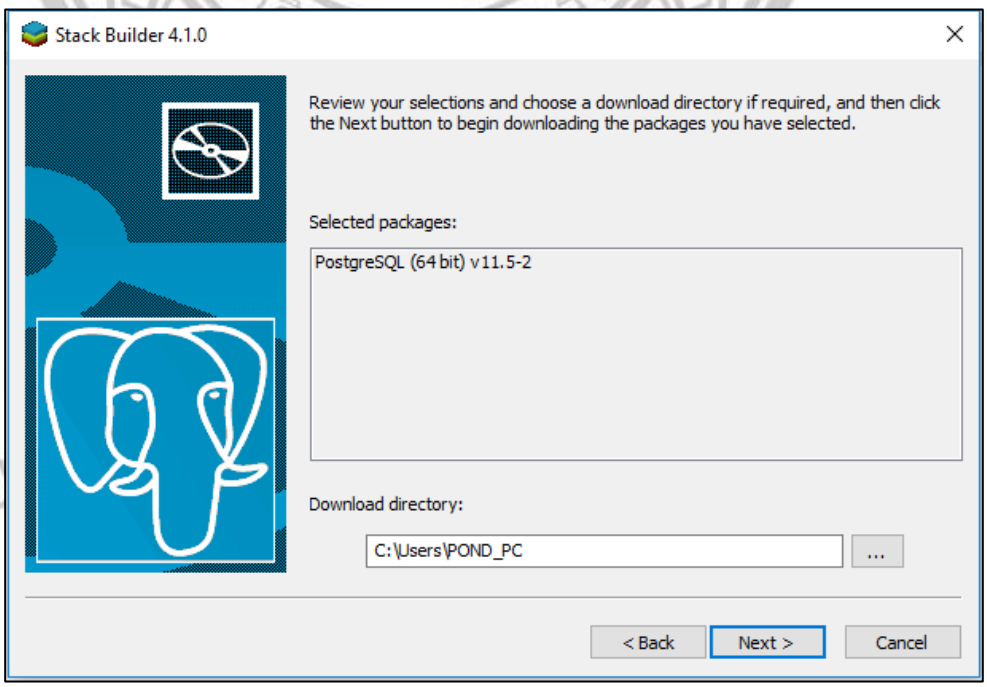
การติดตั้ง PostgreSQL



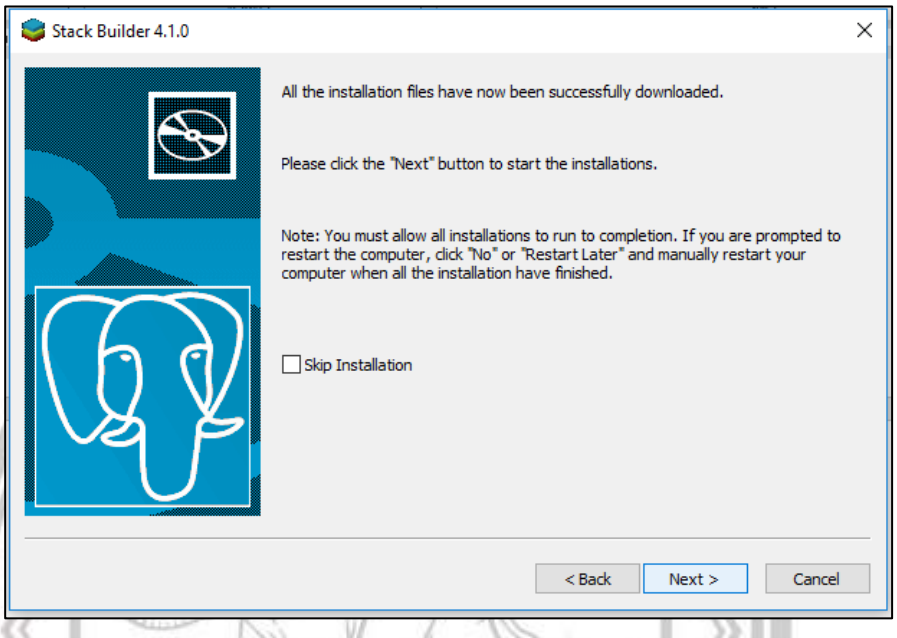
การติดตั้ง PostgreSQL



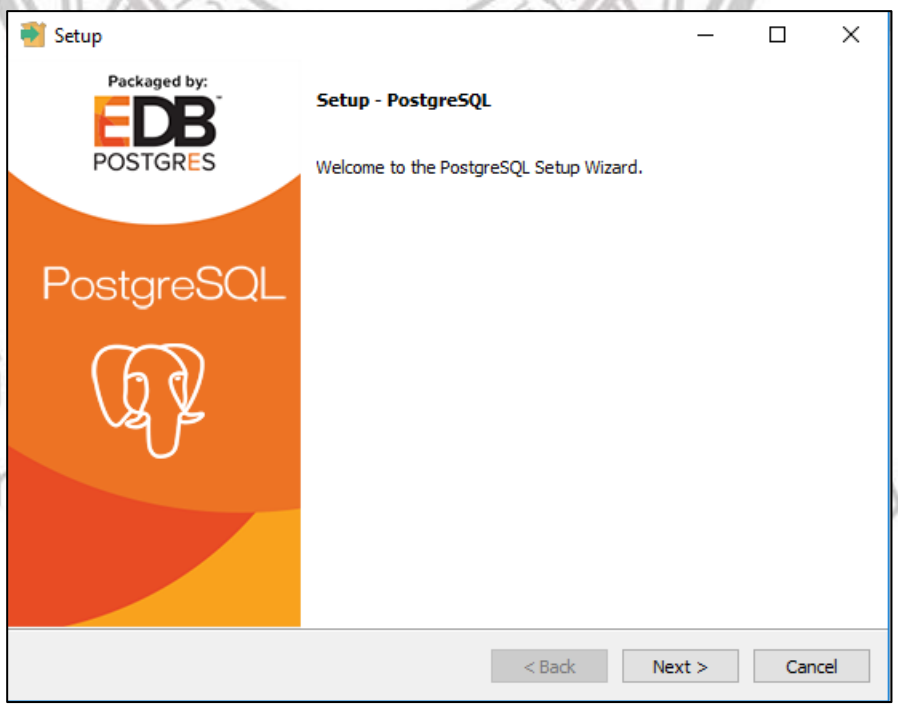
การติดตั้ง PostgreSQL



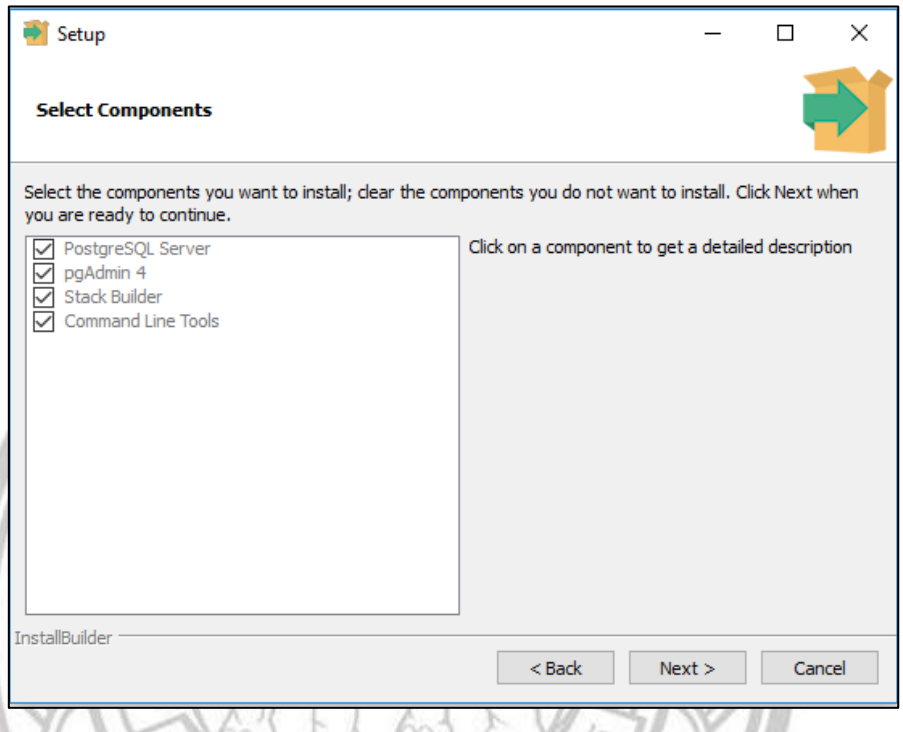
การติดตั้ง PostgreSQL



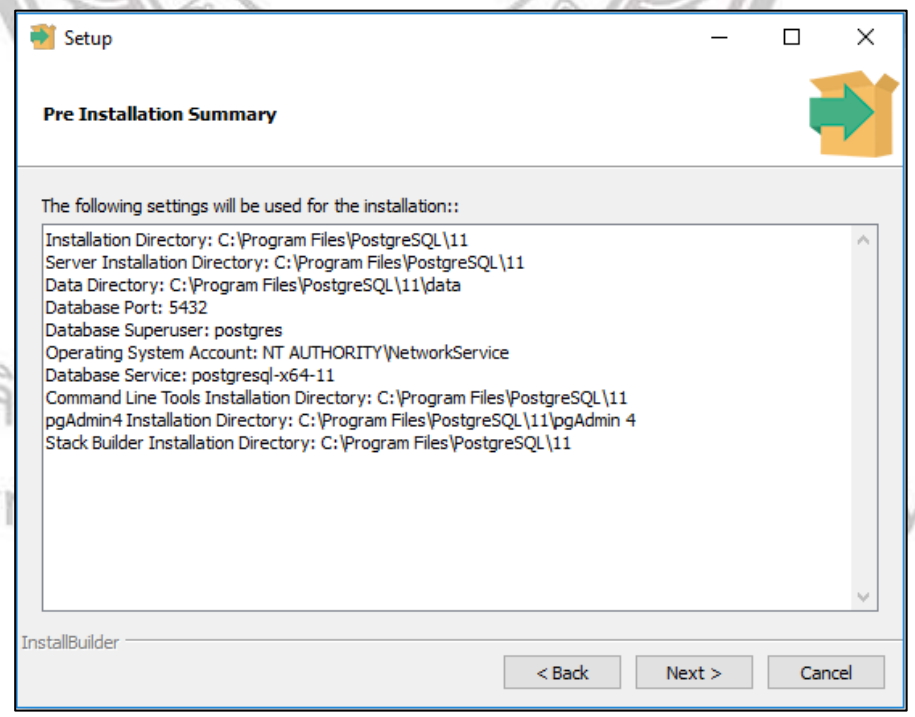
การติดตั้ง PostgreSQL



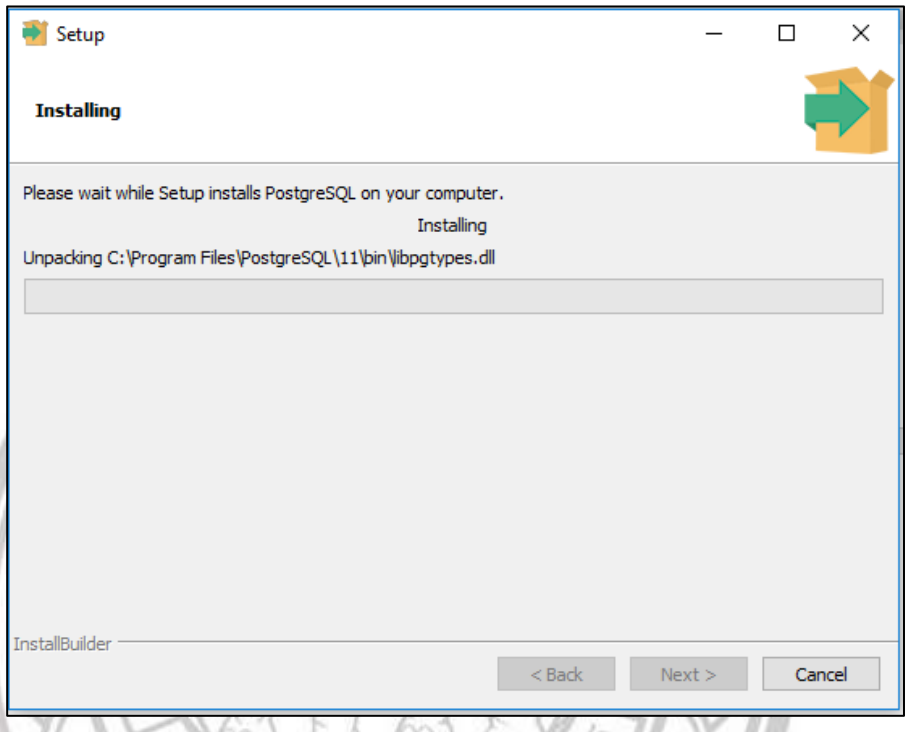
การติดตั้ง PostgreSQL



การติดตั้ง PostgreSQL



การติดตั้ง PostgreSQL

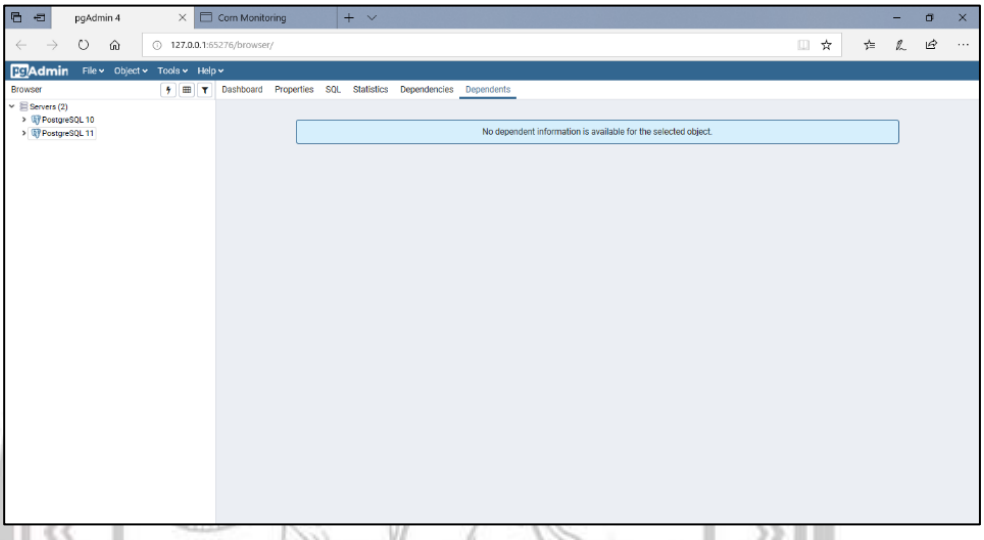


การติดตั้ง PostgreSQL

การติดตั้ง PostgreSQL

Copy

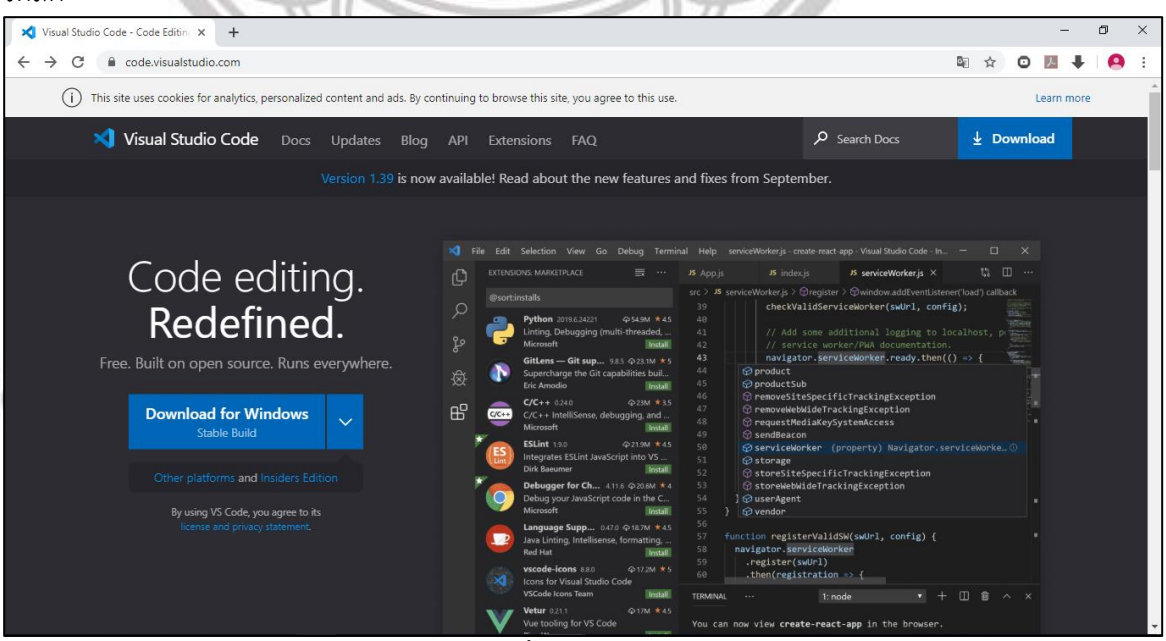
เมื่อการติดตั้งเสร็จสิ้นให้ค้นหา pgAdmin4 เป็นอันเสร็จการติดตั้ง



การติดตั้ง *PostgreSQL*

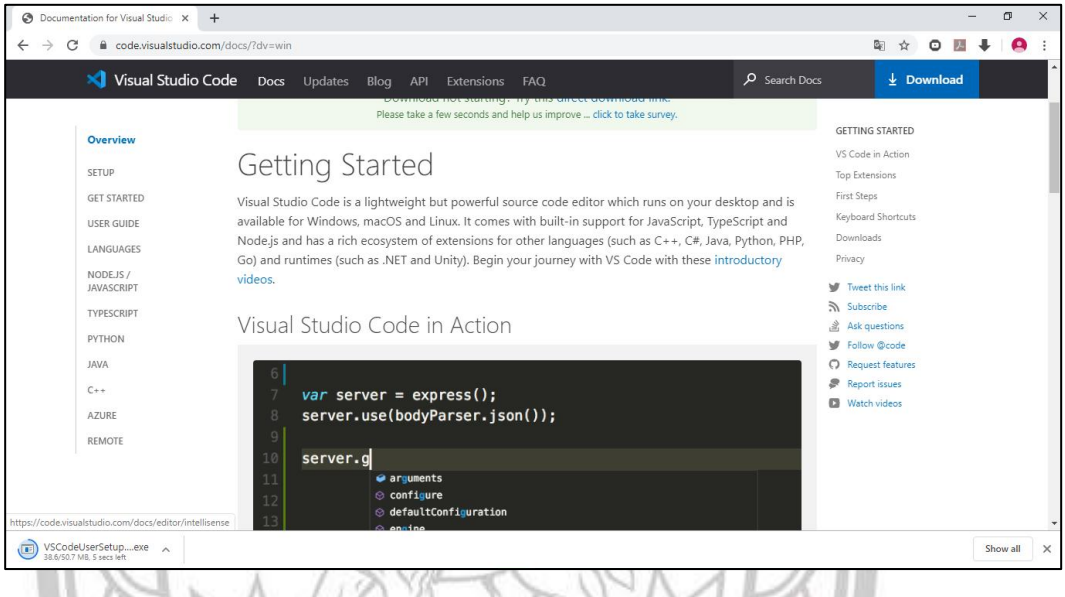
การติดตั้ง Visual Studio

ดาวน์โหลดตัวติดตั้ง VS Code ได้ที่ https://code.visualstudio.com เมื่อเข้าเว็บแล้วให้กดปุ่มดาวน์โหลด



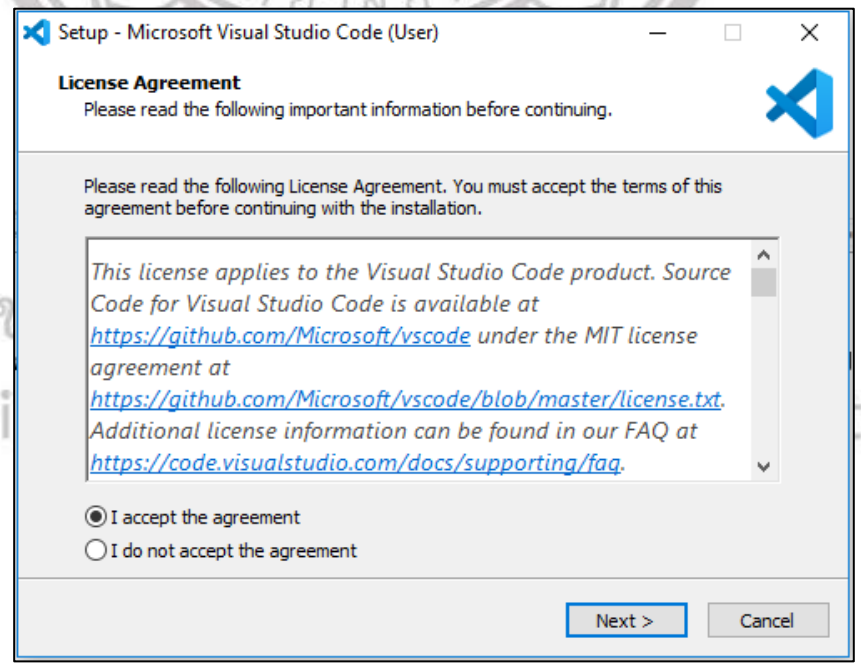
การติดตั้ง *Visual Studio*

รอจนกว่าจะดาวน์โหลดตัวติดตั้งเสร็จ และเมื่อดาวน์โหลดเสร็จแล้วให้กดเปิดตัวติดตั้งขึ้นมา



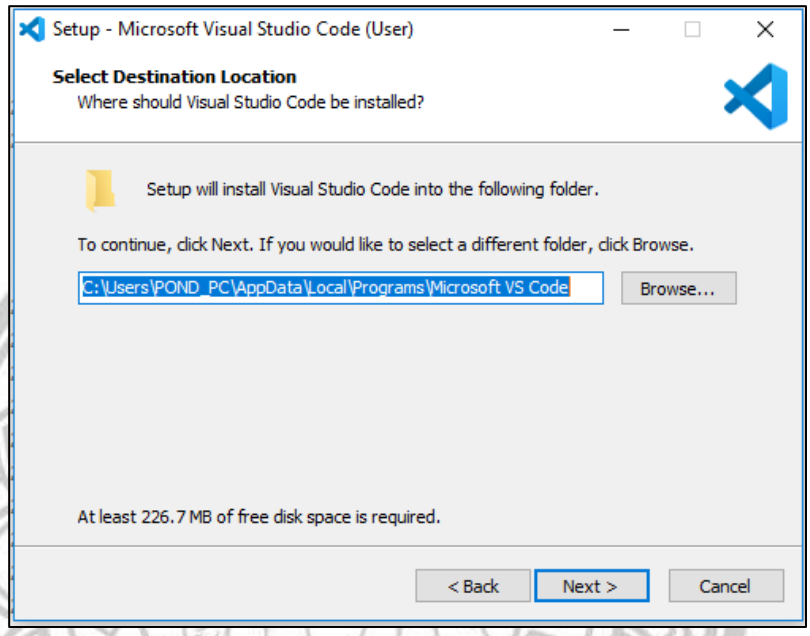
การติดตั้ง Visual Studio

เมื่อเปิดตัวติดตั้งขึ้นมาแล้ว จะแสดงหน้าจอ Welcome to the Visual Studio Code Setup Wizard ให้กดปุ่ม Next >



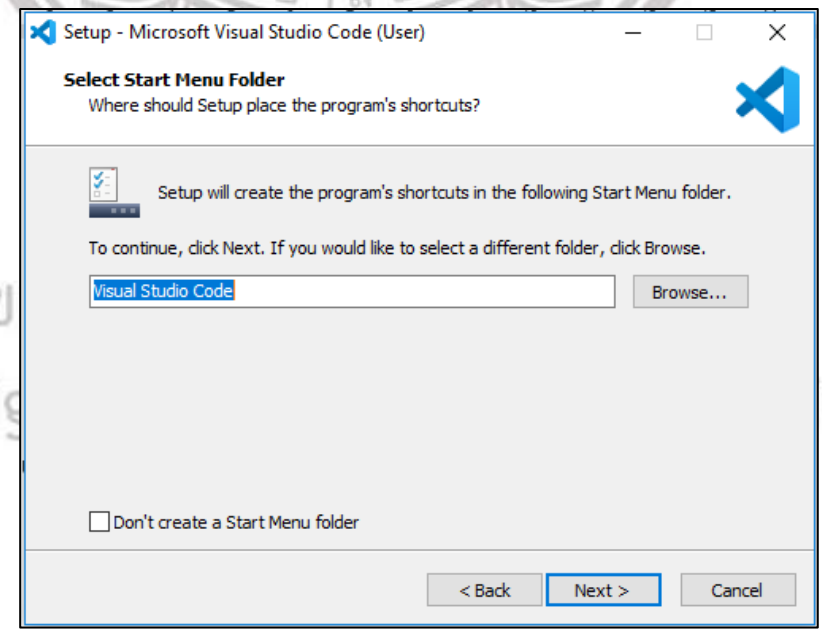
การติดตั้ง Visual Studio

จากนั้นจะแสดงหน้าจอ Select Destination Location ให้กดปุ่ม Next >



การติดตั้ง Visual Studio

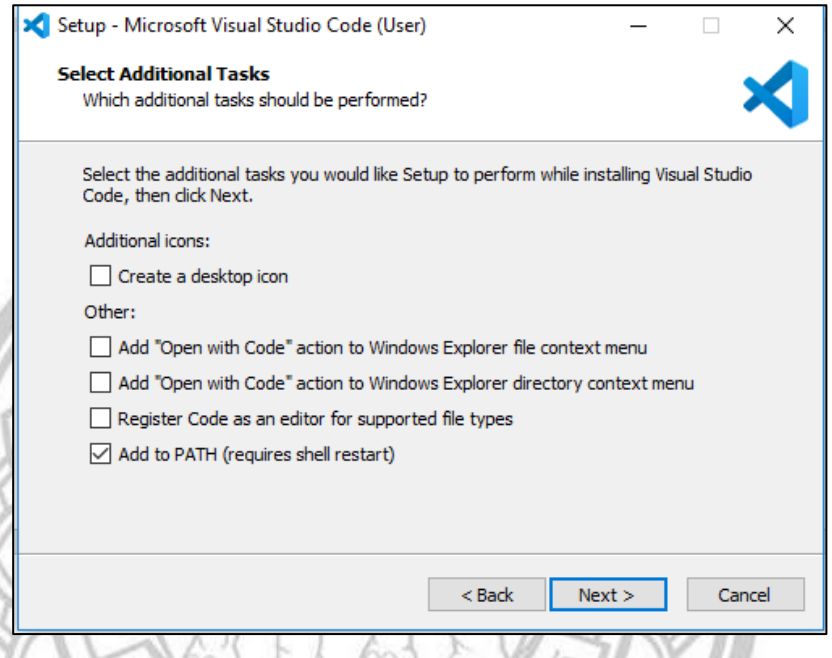
จากนั้นจะแสดงหน้าจอ Select Start Menu Folder ให้กดปุ่ม Next >



การติดตั้ง Visual Studio

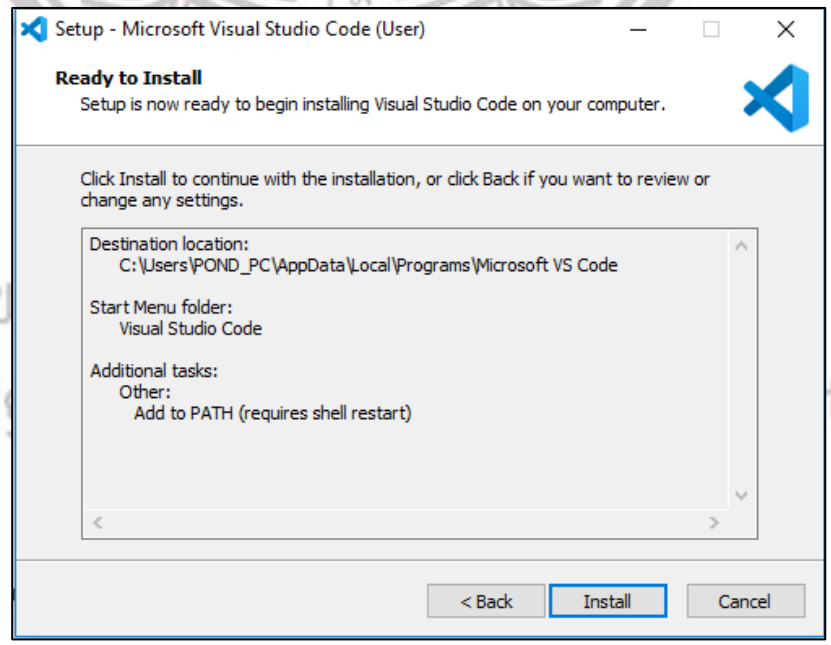
ลิข
Copyrig
ty

จากนั้นจะแสดงหน้าจอ Select Additional Tasks ให้กดปุ่ม Next >



การติดตั้ง Visual Studio

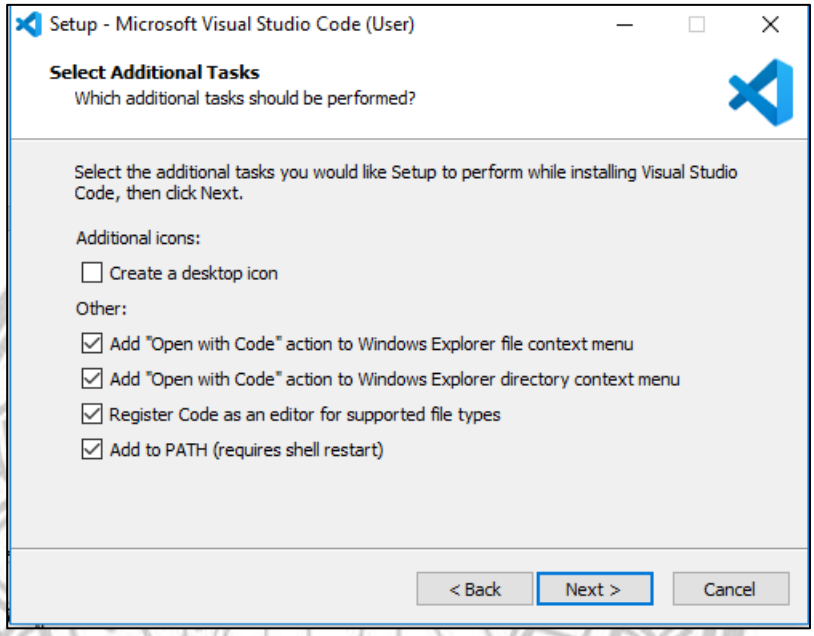
จากนั้นจะแสดงหน้าจอ Ready to Install ให้กดปุ่ม Install



การติดตั้ง Visual Studio

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University

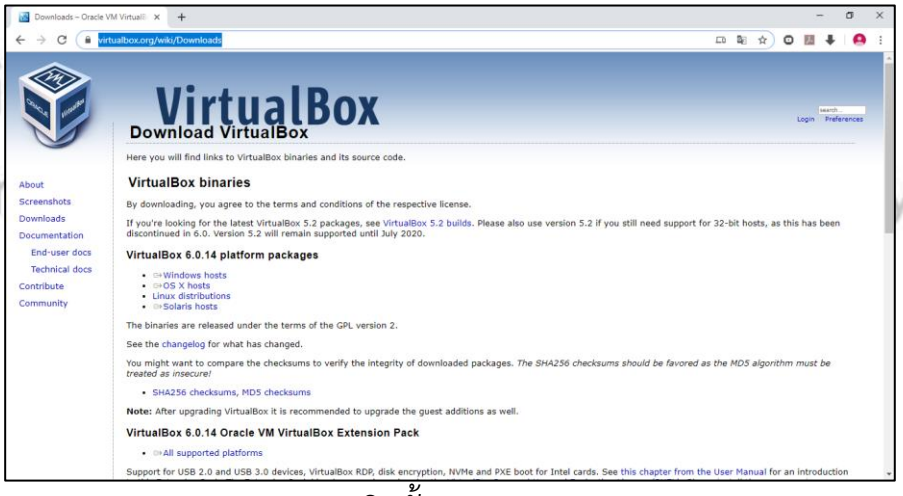
จากนั้นจะแสดงหน้าจอ Select Additional Tasks ให้กดปุ่ม Next >



การติดตั้ง Visual Studio

1. ทำการติดตั้ง VirtualBox

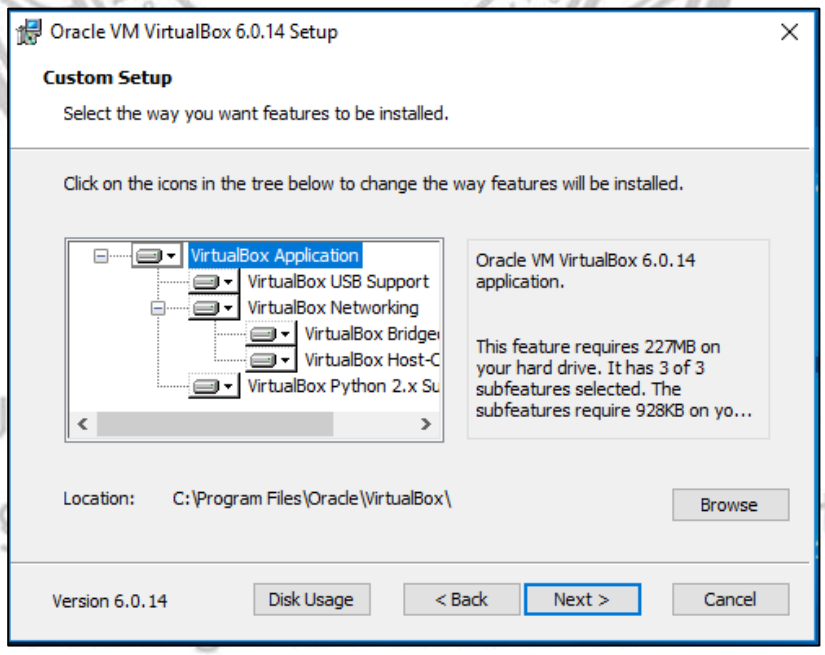
สามารถดาวน์โหลด จากเว็บไซต์ https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads ดาวโหลดเวอร์ชั่นที่ใช้ได้กับระบบปฏิบัติการ สำหรับเวอร์ชั่นที่ใช้กับ Linux นั้นมีให้เลือกด้วยกันหลายแบบ ให้เลือกแพ็คเกจที่ตรงกับ Linux distribution ของคุณ หรือจะเลือก “All distributions”



การติดตั้ง VirtualBox

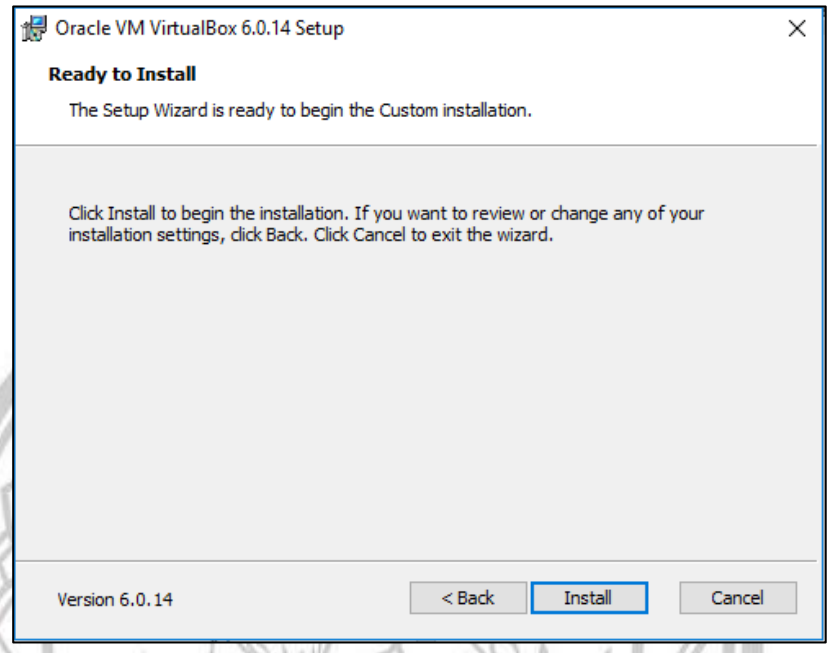
เมื่อทำการดาวโหลดสำเร็จ ทำการติดตั้งโปรแกรม

การติดตั้ง VirtualBox



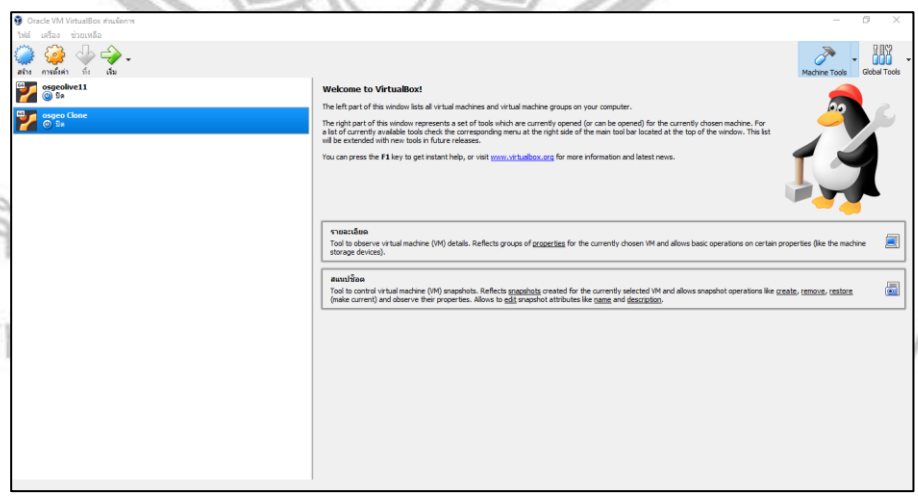
การติดตั้ง VirtualBox

ลิข
Copyri
ty

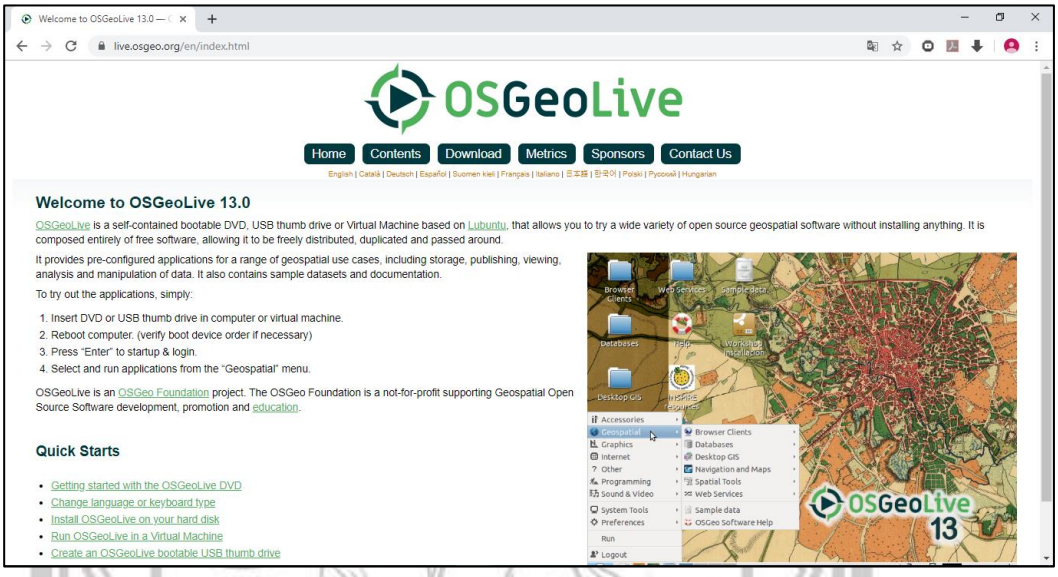


การติดตั้ง VirtualBox

พอติดตั้งระบบปฏิบัติการเสร็จเรียบร้อยแล้ว คอมเสมือนก็พร้อมใช้งาน ดับเบิลคลิกที่เครื่องในเมนูทางด้านซ้ายของหน้าหลัก VirtualBox ก็เปิดคอมเสมือนได้ทันที คอมเสมือนจะ boot ขึ้นมาแล้วโหลดเข้าหน้า desktop ของระบบปฏิบัติการที่ติดตั้งไป



การติดตั้ง OSGeolive



การติดตั้ง OSGeolive

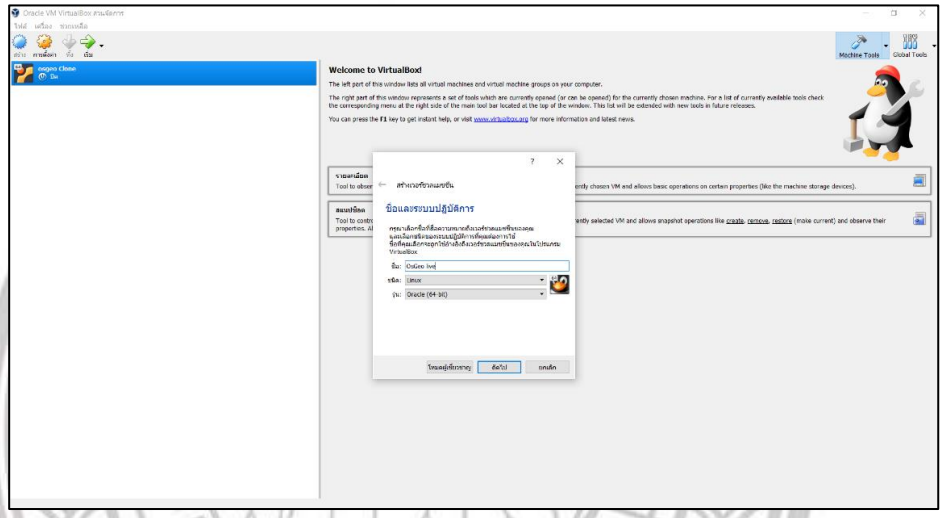
จากนั้นทำการติดตั้ง OSGeolive ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Ubuntu โดยมีขั้นตอนดังนี้

เข้าสู่หน้า download : https://sourceforge.net/projects/osgeo-live/files/

การติดตั้ง OSGeolive

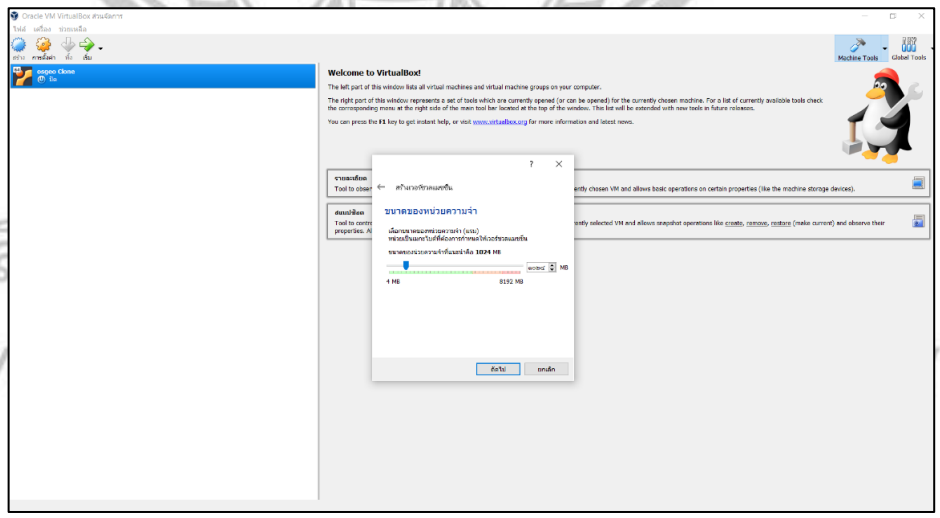
เมื่อทำการดาวโหลดสำเร็จ ทำการติดตั้ง OSGeo Live โดยเข้า VirtualBox เพื่อทำการสร้างปฏิบัติการใหม่

คลิกสร้าง จากนั้นทำการตั้งชื่อปฏิบัติการ เลือกชนิดของปฏิบัติการ และเลือกรุ่นที่ต้องการ



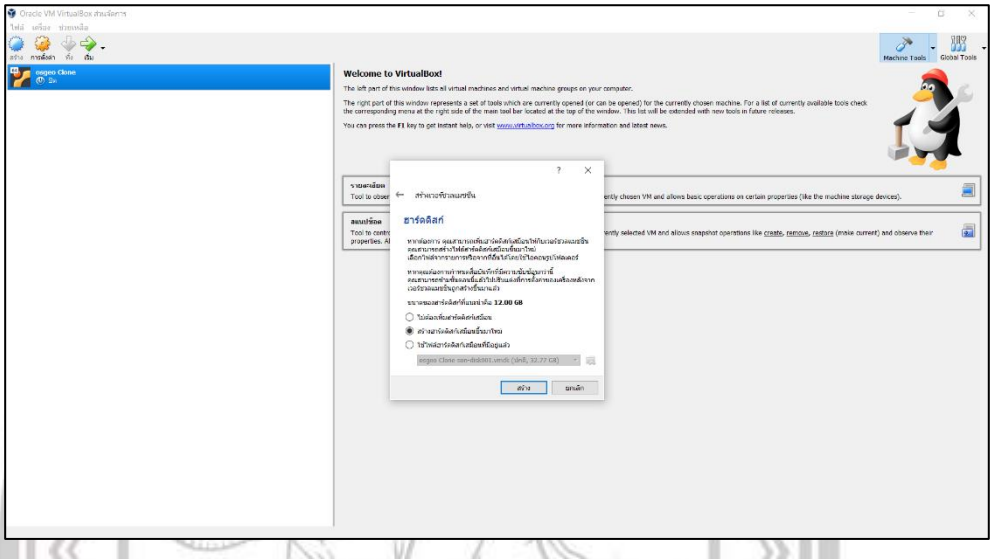
การติดตั้ง OSGeolive

สร้างขนาดความจำ(แรม)ที่ต้องการกำหนดให้เวอร์ชวลแมชชีน ขนาดของหน่วยความจำที่แนะนำคือ 1024 MB



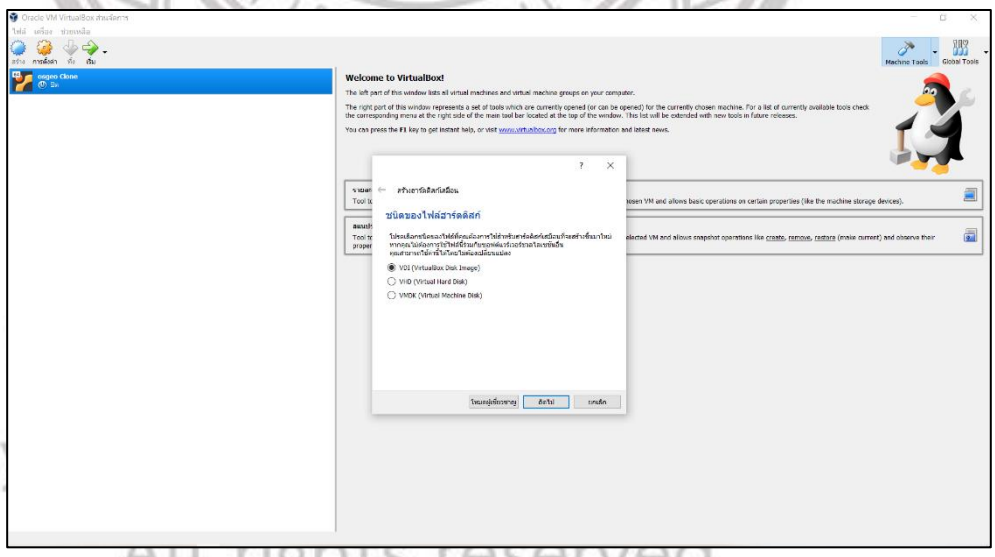
การติดตั้ง OSGeolive

ทำการเพิ่มฮาร์ดดิสก์เสมือนให้กับเวอร์ชวลแมชชีนโดยเลือกจากรายการ



การติดตั้ง OSGeolive

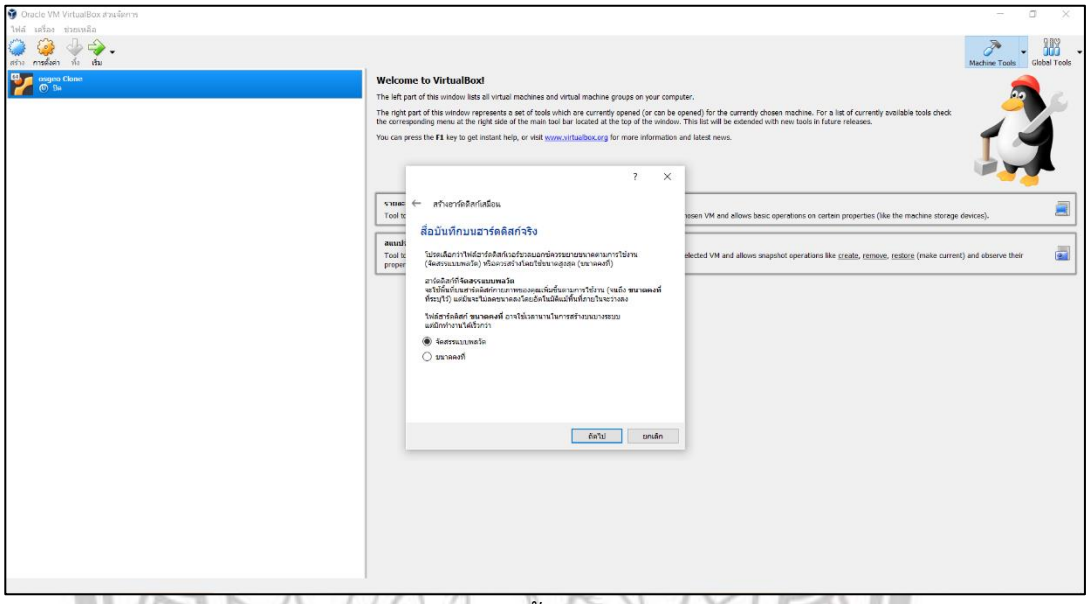
เลือกชนิดของไฟล์ฮาร์ดดิสก์



การติดตั้ง OSGeolive

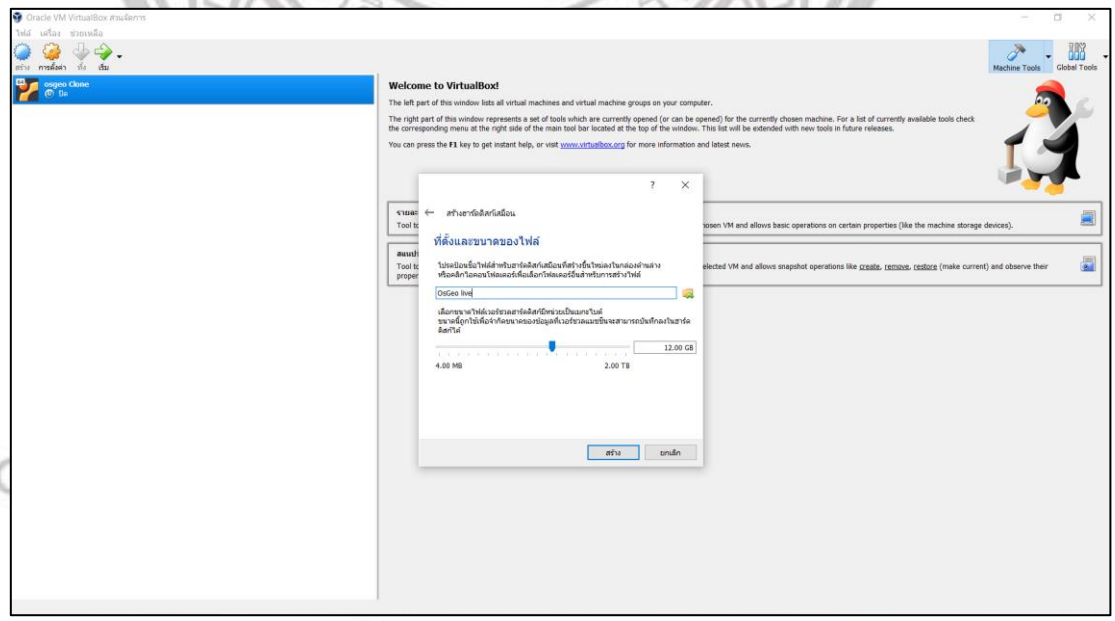
Copyright All rights reserved

เลือกไฟล์ฮาร์ดดิสก์เวอร์ชวลบอกซ์ควรขยายตามการใช้งาน(จัดสรรแบบพลวัต)



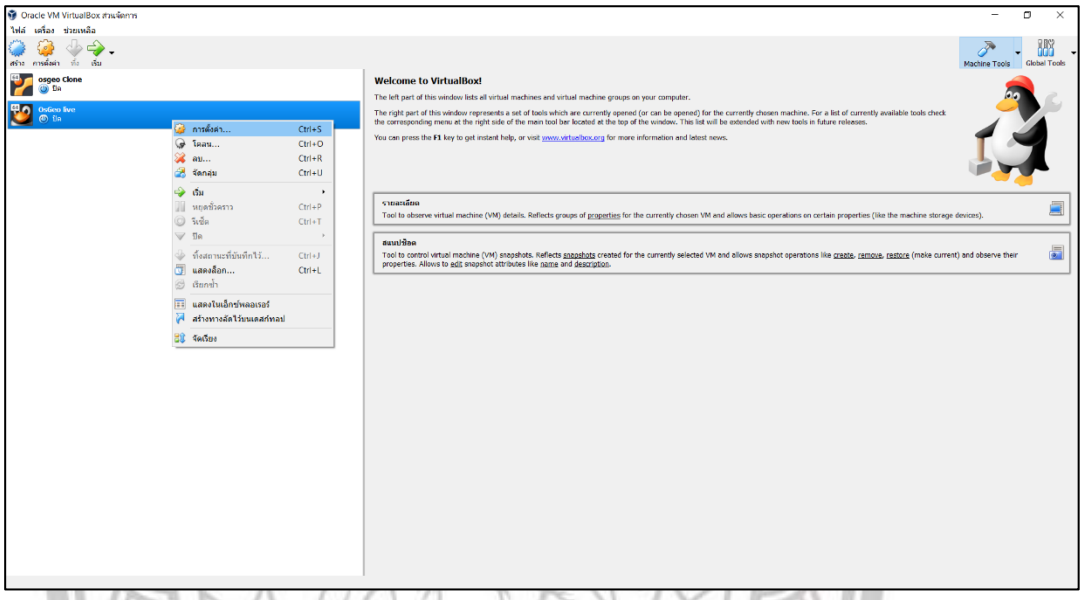
การติดตั้ง *OSGeolive*

กำหนดที่ตั้งและขนาดของไฟล์ จากนั้นคลิกสร้าง



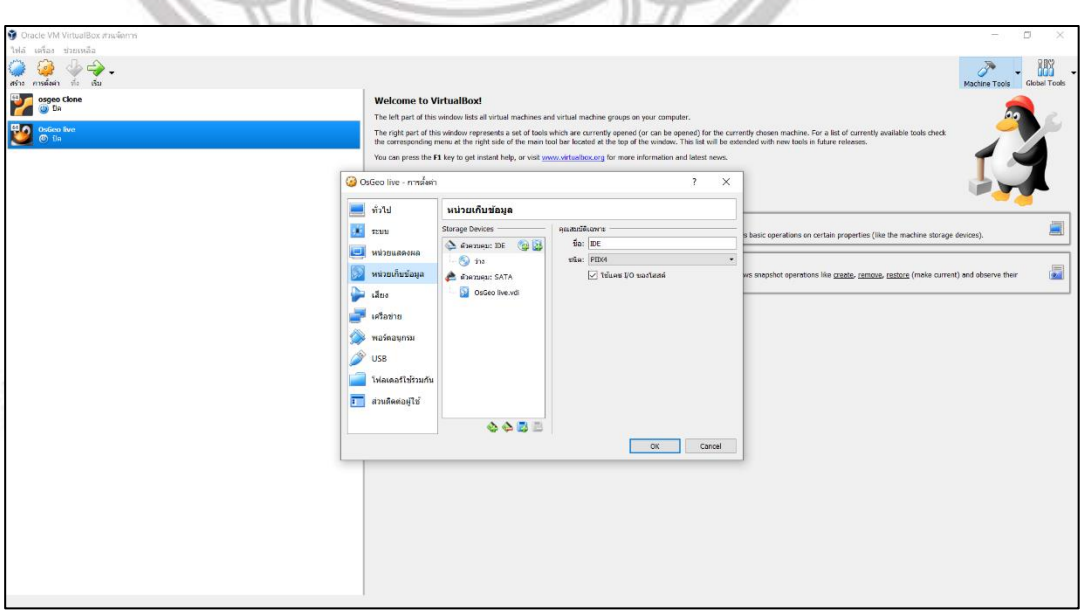
การติดตั้ง OSGeolive

คลิกขวาที่ OSGeoLive ที่สร้างขึ้นมา เพื่อทำการติดตั้ง



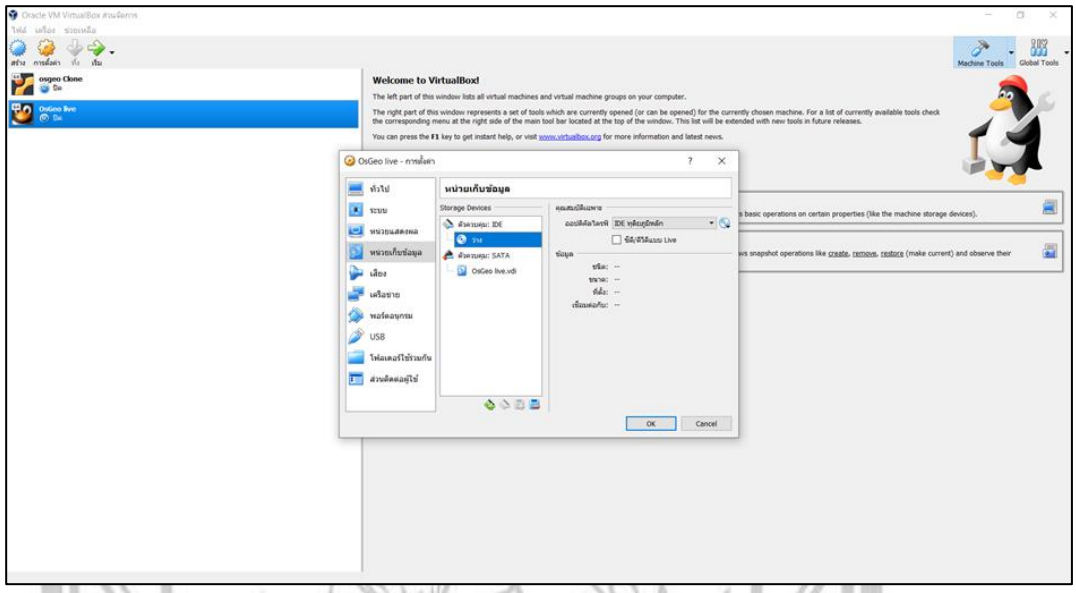
การติดตั้ง *OSGeolive*

เลือกที่หน่วยเก็บข้อมูล จากนั้นเลือก “ว่าง”



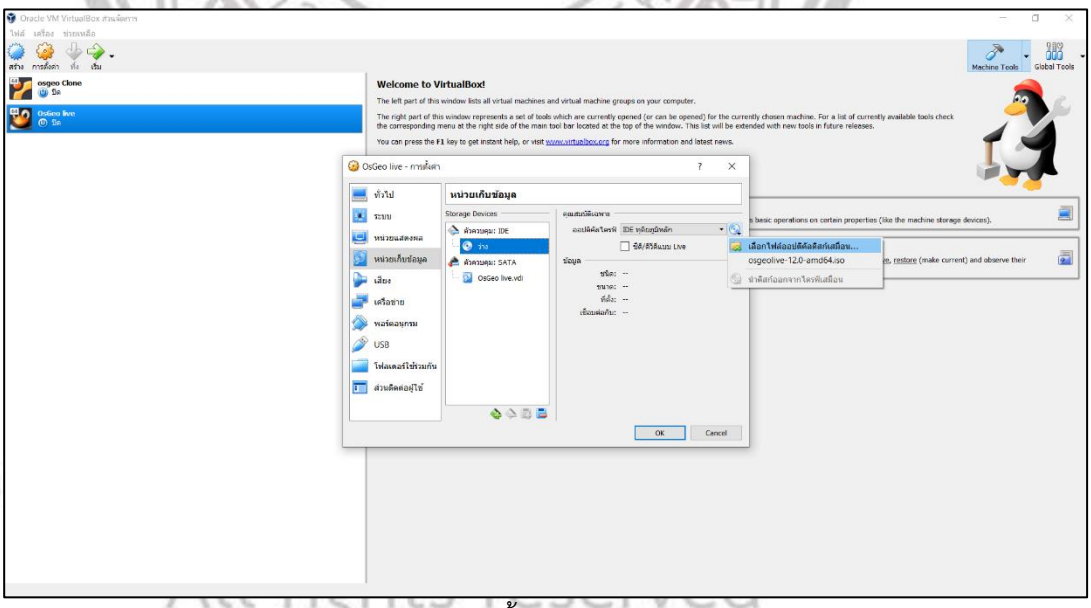
การติดตั้ง *OSGeolive*

เลือกที่รูปแผ่นซีดีเพื่อทำการติดตั้งออปติคัลดิสก์เสมือน



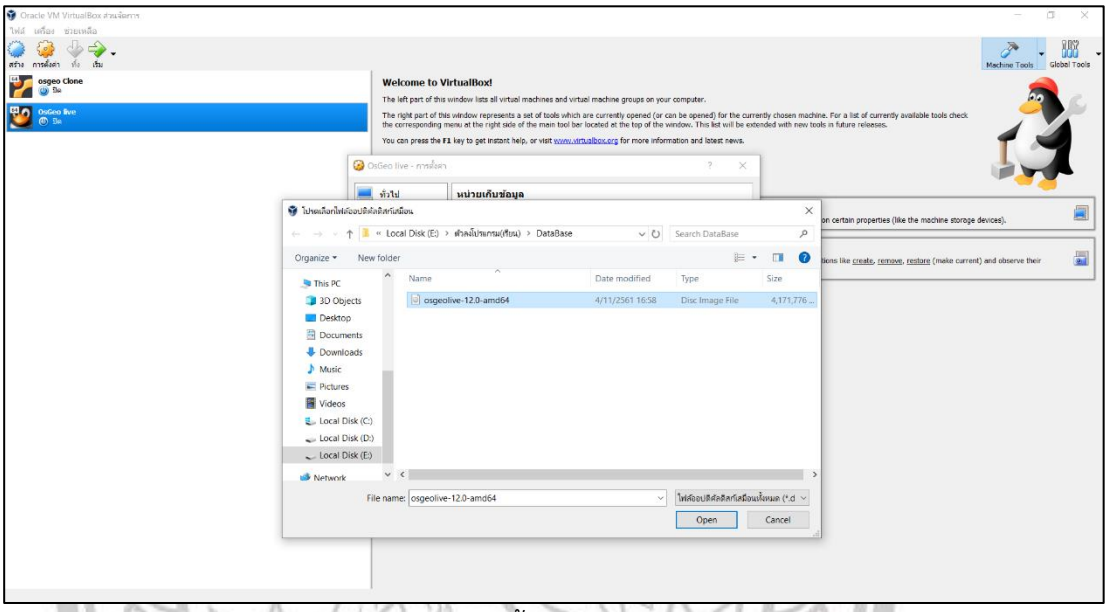
การติดตั้ง *OSGeolive*

เลือกไฟล์ออปติคัลดิสก์เสมือน



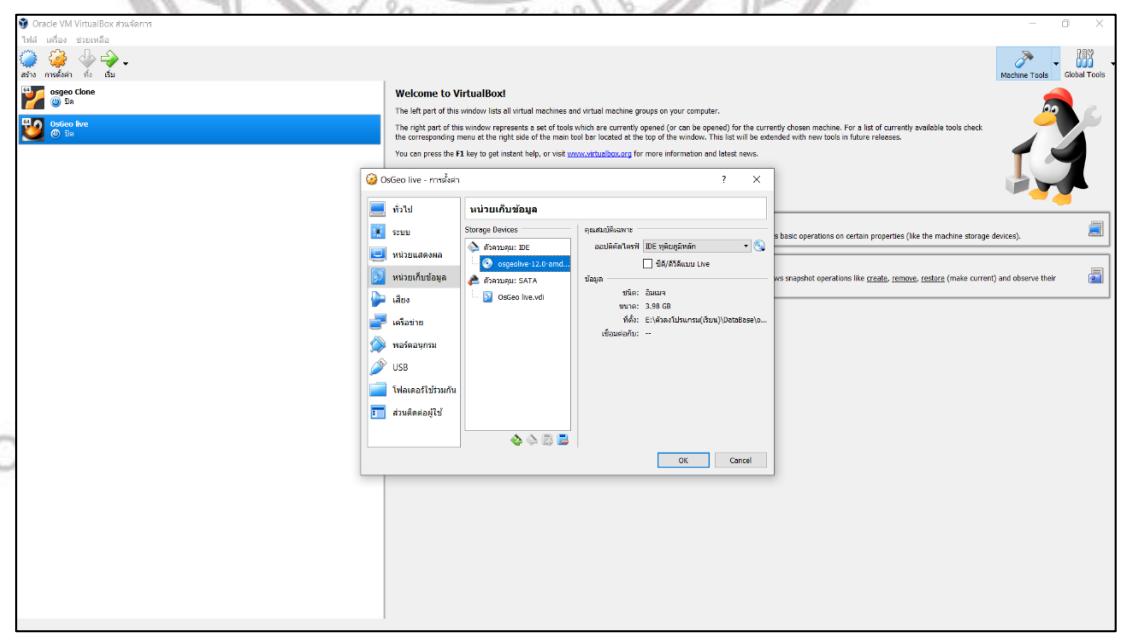
การติดตั้ง *OSGeolive*

เลือกไฟล์ osgeolive-12.0-amd64



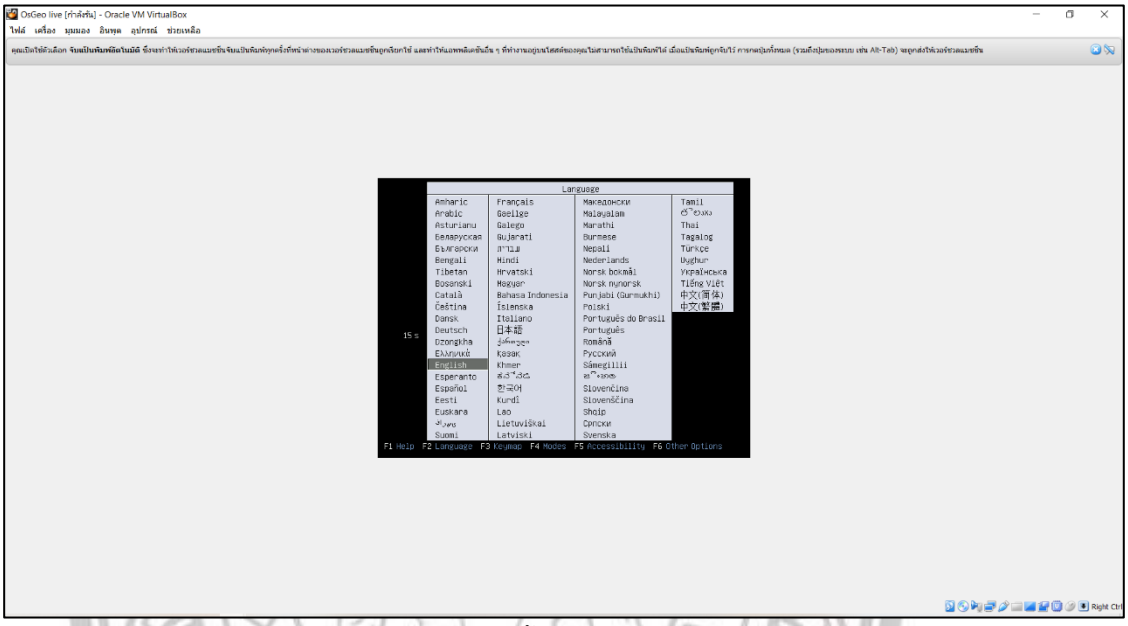
การติดตั้ง *OSGeolive*

เมื่อเลือกไฟล์สำเร็จ ทำการคลิก OK



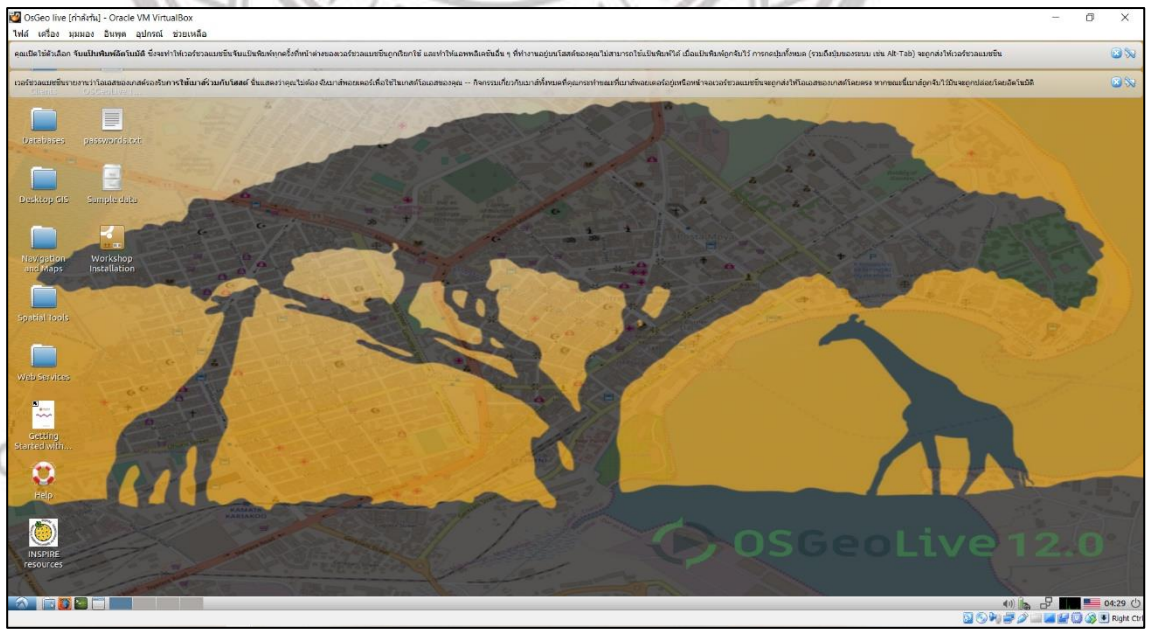
การติดตั้ง *OSGeolive*

เมื่อทำการตั้งค่าสำเร็จ เริ่มต้นการใช้งาน OSGeo Live เลือกภาษาที่ใช้ในปฏิบัติการ



การติดตั้ง OSGeolive

เมื่อทำการติดตั้งสำเร็จ จะแสดง Desktop เสมือนดังภาพ

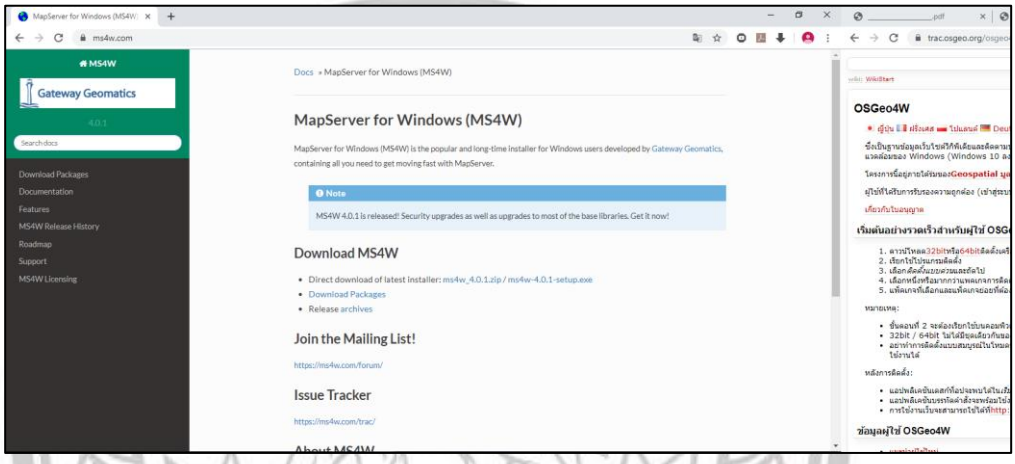


การติดตั้ง OSGeolive

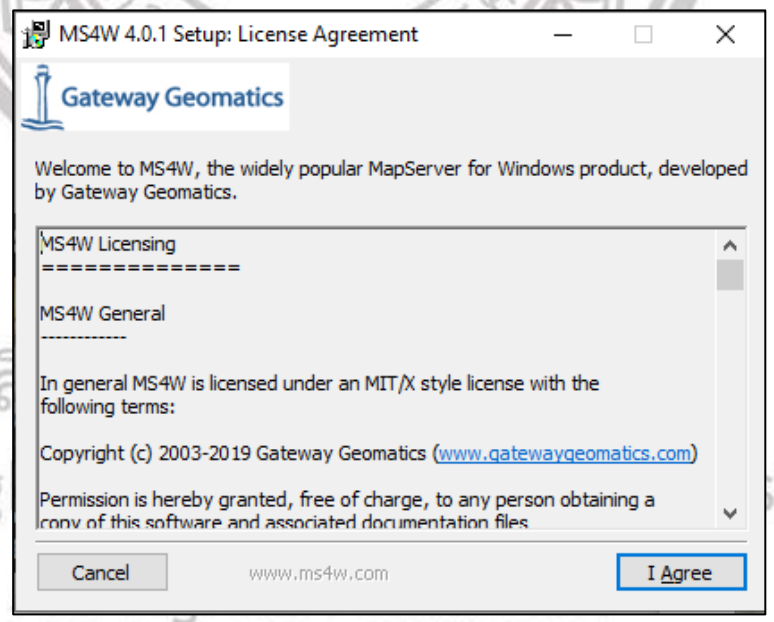
การพัฒนา Web Map Application บนปฏิบัติการ Windows และ Linux

1.ทำการติดตั้ง ms4w (Map Server for Windows)

ดาวโหลดโปรแกรม ms4w ได้ที่ https://ms4w.com/

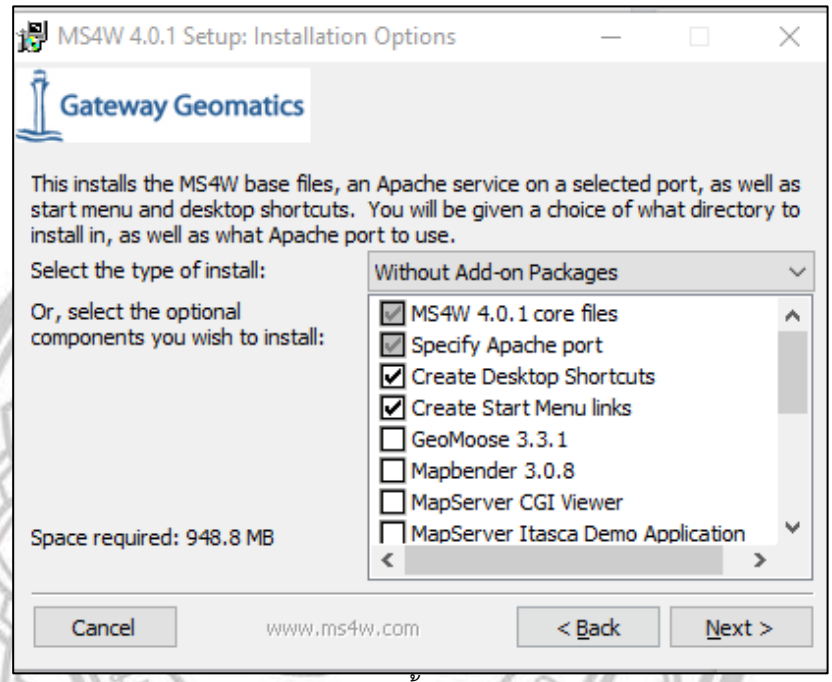


การติดตั้ง ms4wเมื่อทำการดาวโหลดสำเร็จ ทำการติดตั้งจะปรากฏหน้าต่าง ให้ทำการคลิก *I Agree*



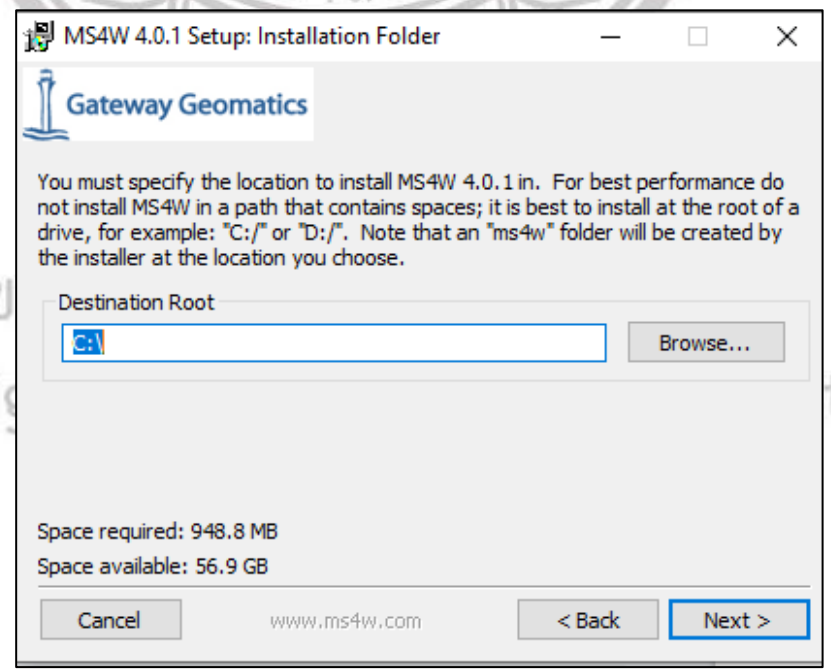
การติดตั้ง ms4w

จากนั้นเลือก Packages ที่ต้องการ ทำการคลิก Next>



การติดตั้ง ms4w

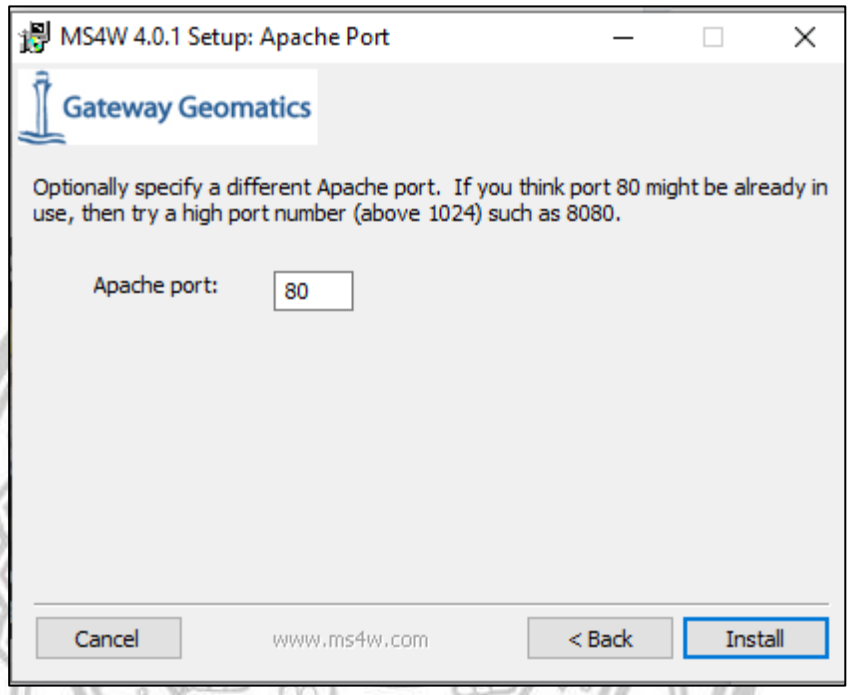
พื้นที่จัดเก็บไฟล์



การติดตั้ง ms4w

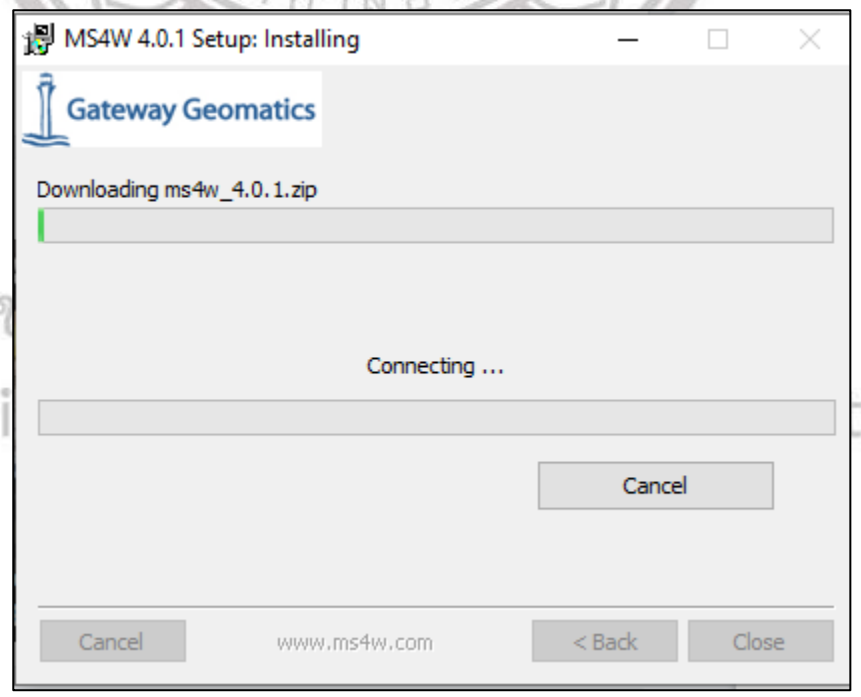
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright

กำหนด Apache port



การติดตั้ง ms4w

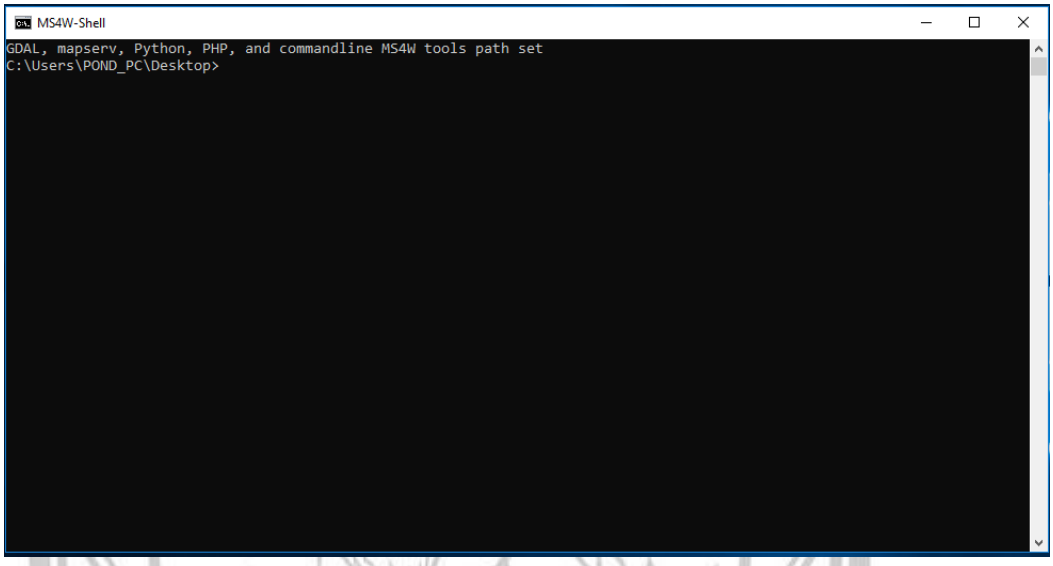
ทำการติดตั้ง



การติดตั้ง ms4w

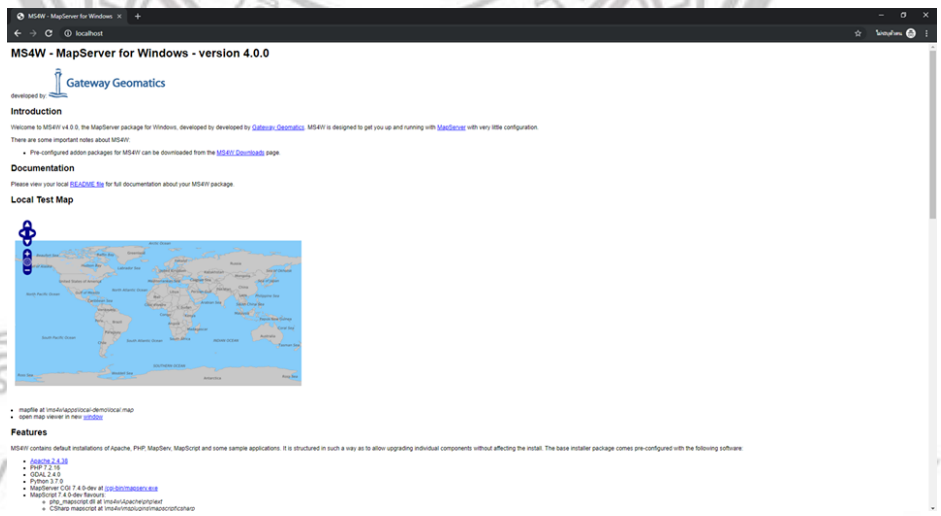
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright © by Naresuan University

เมื่อทำการติดตั้งสำเร็จจะปรากฏหน้าต่างดังภาพ



การติดตั้ง ms4w

ทำการทดสอบ โดยพิมพ์ localhost



การทดสอบการติดตั้ง ms4w

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเขียนชุดคำสั่งด้วยภาษา PHP ร่วมกับ HTML เรียกค่าจากฐานข้อมูลขึ้นมาแสดงบนหน้าเว็บในลักษณะ Gauge series และ Graph

ชุดคำสั่งแสดงพารามิเตอร์ของเซนเซอร์อุณหภูมิ

```
<?php
       // Database connection settings
    define("PG_DB"   , "sensor2019");
          define("PG_HOST", "localhost");
          define("PG_USER", "");
          define("PG_PORT", "5432");
          define("PG_PASS", "");
          define("TABLE",   "sensorink");
  $con = pg_connect("dbname=".PG_DB." host=".PG_HOST." password=".PG_PASS."
user=".PG_USER);
 $day = array(); // ตัวแปรแกน x
 $temp = array(); //ตัวแปรแกน y
//sql สำหรับดึงข้อมูล จาก ฐานข้อมูล
$sql = "SELECT * FROM sensorink ORDER BY day DESC LIMIT 1";
$result = pg_query($sql);
while($row=pg_fetch_array($result)) {
//array_push คือการนำค่าที่ได้จาก sql ใส่เข้าไปตัวแปร array
 array_push($time,$row[day]);
 array_push($temp,$row[temp]);
 echo $json = json_encode( $result, JSON_NUMERIC_CHECK);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
}
?>


<html>
<head>
<meta charset="UTF-8" />
<title>Highchart</title>
<script src="http://apps.bdimg.com/libs/jquery/2.1.4/jquery.min.js"></script>
<script src="http://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<script src="http://code.highcharts.com/highcharts-more.js"></script>
</head>
<body>
<div id="container" style="width: 250px; height: 250px; margin: 0 auto"></div>
<script type="text/javascript"
src="//cdn.datatables.net/1.10.11/js/jquery.dataTables.min.js"></script>
<script language="JavaScript">
$(document).ready(function() {
  var chart = {
    type: 'gauge',
    plotBackgroundColor: null,
    plotBackgroundImage: null,
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    plotBorderWidth: 0,
    plotShadow: false
  };
  var title = {
    text: ''
  };
the value axis
  var yAxis = {
    min: 0,
    max: 60,
    minorTickInterval: 'auto',
    minorTickWidth: 1,
    minorTickLength: 10,
    minorTickPosition: 'inside',
    minorTickColor: '#666',
    tickPixelInterval: 30,
    tickWidth: 2,
    tickPosition: 'inside',
    tickLength: 10,
    tickColor: '#666',
    labels: {
      step: 2,
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        rotation: 'auto'
    },
    title: {
        text: 'องศาเซลเซียส'
    },
    plotBands: [{
        from: 0,
        to: 20,
        color: '#DDDF0D' // yellow
    }, {
        from: 20,
        to: 35,
        color: '#55BF3B' // green
    }, {
        from: 35,
        to: 60,
        color: '#DF5353' // red
    }]
};

var series= [{
    name: 'Speed',
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        data: [<?= implode(',', $temp) // ข้อมูล array แกน y ?>],
        tooltip: {
            valueSuffix: ' องศาเซลเซียล'
        }
    }];

    var json = {};
    json.chart = chart;
    json.title = title;
    json.yAxis = yAxis;
    json.series = series;
    $('#container').highcharts(json);
});
</script>
</body>
</html>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ภาคผนวก ข.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

โค้ดเซนเซอร์ (Fixxx.h)

```
#include <Wire.h>
#include <SHT1x.h>
#include <ESP8266WiFiMulti.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <LiquidCrystal_PCF8574.h>
#include <TridentTD_LineNotify.h>
ESP8266WiFiMulti WiFiMulti;
// Specify data and clock connections and instantiate SHT1x object
#define dataPin  D14
#define clockPin D5
#define Buzzer A0
LiquidCrystal_PCF8574 lcd(0x27 );
SHT1x sht1x(dataPin, clockPin);
#define WIFI_SSID "pound"
#define WIFI_PASSWORD "12345678"
#define LINE_TOKEN  "dkGWoKPY3nq5fWBakb6nHJweiLWEVcWppZIPvni7wzv
void setup()
{
   Serial.begin(115200); Serial.println();
   Serial.println(LINE.getVersion());
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
  Wire.begin();
  Wire.beginTransmission(0x3f);
  lcd.begin(16,2);
  lcd.setBacklight(255);
for (uint8_t t = 4; t > 0; t--) {
Serial.printf("[SETUP] WAIT %d...\n", t);
lcd.begin(16,2);
lcd.clear();
lcd.setCursor(5,0);
lcd.print("WAIT ...");
delay(9000);
Serial.flush();
}
lcd.begin(16,2);
lcd.print("Soil Monitoring");
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print("GET Start");lcd.blink();
delay(100000);
lcd.begin(16,2);
lcd.setCursor(4,0);
lcd.print("Welcome!");
WiFiMulti.addAP("pound", "12345678"); // ssid , password
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
pinMode(Buzzer,OUTPUT); digitalWrite(Buzzer,HIGH);
delay(9000);
float temp_c = 0;
}
void loop(){
  float temp_c = sht1x.readTemperatureC();
  float humidity = sht1x.readHumidity();
  int  Fertility,PH;
  float PH_F;
  Fertility = Read_Fertility();
  PH_F      = Read_PH();
  PH  =  PH_F * 10;
  Serial.print("Temperature: ");
  Serial.print(temp_c);
  Serial.print("C / ");
Serial.print("Humidity: ");
  Serial.print(humidity);
  Serial.println("%");
  Serial.print("Fertility: ");
  Serial.print(Fertility);
  Serial.print("%/ ");
  Serial.print("PH: ");
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
  Serial.print(PH/10,1);
  if (temp_c >= 25) {
  LINE.setToken(LINE_TOKEN);
  LINE.notify("อุณหภูมิปัจจุบัน");
  // ตัวอย่างส่งข้อมูล ตัวเลข
  LINE.notify(temp_c);
  LINE.notify("ความชื้นปัจจุบัน");
  LINE.notify(humidity);
  LINE.notify("ธาตุอาหารปัจจุบัน");
  LINE.notify(Fertility);
  LINE.notify("ค่ากรดด่างปัจจุบัน");
  LINE.notify(PH/10,1);
  lcd.setBacklight(255);
  lcd.home();
  lcd.clear();
  lcd.print("Data Sent to LINE");
  }
  delay(1000);
if ((WiFiMulti.run() == WL_CONNECTED)) {
HTTPClient http;
 int temp = sht1x.readTemperatureC();
 int humid = sht1x.readHumidity();
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
 int fertility = Read_Fertility();

 int ph       = Read_PH();

 String url = "http://www.geo-
nred.nu.ac.th/research_s/2019/INK/www/insertink1.php?temp="+String(temp)+"&humid="+
String(humid)+"&fertility="+String(fertility)+"&ph="+String(ph);

Serial.println(url);

http.begin(url); //HTTP


int httpCode = http.GET();

if (httpCode > 0) {

Serial.printf("[HTTP] GET... code: %d\n", httpCode);

if (httpCode == HTTP_CODE_OK) {

String payload = http.getString();

Serial.println(payload);

}

} else {

Serial.printf("[HTTP] GET... failed, error: %s\n", http.errorToString(httpCode).c_str());

}

http.end();

}

delay(1000);

}

int Read_Fertility()
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
{int i,Fertility;
   Fertility = 0;
   for(i=0;i<10;i++){Fertility = Fertility + analogRead(0);delay(1000);}
   Fertility = Fertility/10;
   if(Fertility >= 480){Fertility = ((Fertility - 480)/10) + 93;}else
   if(Fertility >= 360){Fertility = ((Fertility - 360)/7.5) + 77;}else
   if(Fertility >= 275){Fertility = ((Fertility - 275)/5) + 59;}else
   if(Fertility >= 200){Fertility = ((Fertility - 200)/6.25) + 47;}else
   if(Fertility >= 125){Fertility = ((Fertility - 125)/5.3) + 31;}else
   if(Fertility >= 65){Fertility = ((Fertility - 65)/4) + 16;}else
   if(Fertility >=  0){Fertility = ((Fertility - 0)/3.75) + 0;}
   return(Fertility);
}
float Read_PH()
{int i,PH;
   PH = 0;
   for(i=0;i<10;i++){PH  = PH + analogRead(0);delay(1000); }
   PH      = PH/10;
   if(PH >= 480){PH = (10-(PH - 480)/14);}else
   if(PH >= 360){PH = (20-(PH - 360)/12);}else
   if(PH >= 275){PH = (30-(PH - 275)/8.5);}else
   if(PH >= 200){PH = (40-(PH - 200)/7.5);}else
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
   if(PH >= 125){PH = (50-(PH - 125)/8.5);}else
   if(PH >= 65 ){PH = (60-(PH - 60)/6.5);}else
   if(PH >=  0 ){PH = (70-(PH - 0)/6.0);}
   return(PH/10);
}
void NumToChar(unsigned long Num, char  *Buffer,unsigned char Digit)
{char i;
   for(i=(Digit-1);i>= 0;i--)
    { Buffer[i] =  (Num % 10) + '0';  // 234 , 23 , 2
      Num = Num / 10;
    }
   for(i=0;i<(Digit-1);i++)
    { if(Buffer[i] == '0'){Buffer[i] =  ' ';}else{i =100;}
    }
}
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

โค้ดนำเข้าข้อมูล (insert.php)

```
<?php

date_default_timezone_set('UTC');

$host = "host=localhost";//host ที่ใช้ในการติดต่อกับ Server

$port = "port=5432";//หมายเลข port ที่ใช้ (บางเครื่องอาจจะใช้ 5433 หรือเลขอื่น)

$dbname = "dbname=          ";//ใส่ชื่อฐานข้อมูลที่ต้องการทำการเชื่อมต่อ

$credentials = "user=    password=  ";

$db = pg_connect( "$host $port $dbname $credentials" );

if(!$db){

echo "Error : cannot connect to DB\n";

}

                                        $temp = $_GET['temp'];

                                        $humid = $_GET['humid'];

                                        $fertility = $_GET['fertility'];

                                        $ph = $_GET['ph'];

$sql = "INSERT INTO sensorsoid(temp,humid,fertility,ph) VALUES
('$temp','$humid','$fertility','$ph');";

$exc = pg_query($db, $sql);

if(!$exc){

echo pg_last_error($db);

} else {

echo "Records created successfully\n";
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
}
pg_close($db);
$conn->close();
?>
```

โค้ดหน้าหลัก(index.html)

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="ie=edge">
    <title>Home</title>
    <link rel="stylesheet" href="node_modules/bootstrap/dist/css/bootstrap.min.css"
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
    <link rel="stylesheet" href="https://www.w3schools.com/w3css/4/w3.css">
   <link rel="stylesheet" href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Raleway">
    <link href="https://fonts.googleapis.com/css?family=Athiti&display=swap"
rel="stylesheet">
   <style>body,h1,h2,h3,h4,h5 {font-family: 'Athiti', sans-serif;}</style>
</head>
<body>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
<div id="carouselExampleControls" class="carousel slide" data-ride="carousel">
  <div class="carousel-inner">
    <div class="carousel-item active">
      <img src="https://images.unsplash.com/photo-1440617711314-de01e4cddec6?ixlib=rb-1.2.1&ixid=eyJhcHBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=1280&h=400&q=80" class="d-block w-100" alt="Fist Slide">
    </div>
    <div class="carousel-item">
      <img src="https://images.unsplash.com/photo-1559631526-5716df3cfacd?ixlib=rb-1.2.1&ixid=eyJhcHBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=1280&h=400&q=80" class="d-block w-100" alt="Secon Slide">
    </div>
    <div class="carousel-item">
      <img src="https://images.unsplash.com/photo-1518770660439-4636190af475?ixlib=rb-1.2.1&ixid=eyJhcHBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=1280&h=400&q=80" class="d-block w-100" alt="...">
    </div>
  </div>
  <a class="carousel-control-prev" href="#carouselExampleControls" role="button" data-slide="prev">
    <span class="carousel-control-prev-icon" aria-hidden="true"></span>
    <span class="sr-only">Previous</span>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
  </a>
  <a class="carousel-control-next" href="#carouselExampleControls" role="button" data-slide="next">
    <span class="carousel-control-next-icon" aria-hidden="true"></span>
    <span class="sr-only">Next</span>
  </a>
</div>
<div class="jumbotron jumbotron-fluid">
  <div class="container">
    <h1 class="display-4"> Corn Monitoring</h1>
    <p class="lead">เซนเซอร์ตรวจวัดคุณสมบัติของดินในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์</p>

</div><center><button type="button" class="btn btn-outline-warning" onclick="window.location='home.html'"><font size="5">เข้าสู่ระบบ
</font></button></center>
  </div>
  <!-- w3-content defines a container for fixed size centered content,
and is wrapped around the whole page content, except for the footer in this example -->
<div class="w3-content" style="max-width:1400px">

    <!-- Header -->
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
<!-- Grid -->
<div class="w3-row">

<!-- Blog entries -->
<div class="w3-col l8 s12">
  <!-- Blog entry -->
  <div class="w3-card-4 w3-margin w3-white">
    <img src="https://images.unsplash.com/photo-1511817354854-
e361703ac368?ixlib=rb-
1.2.1&ixid=eyJhcHBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=747&q=80" alt="Nature"
style="width:100%">
    <div class="w3-container">
      <h3><b>ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์</b></h3>
      <h5>ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พันธุ์ ซี.พี.801 ฝักใหญ่ ยืนต้นดี ปลูกถี่ได้, </h5>
    </div>

    <div class="w3-container">
      <p>ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอาหารสัตว์ ประมาณ 94
        เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตข้าวโพดใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ของไทย ทุกวันนี้ประเทศไทยมี
ความต้องการใช้ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพิ่มขึ้นทุกปี
          แต่ผลิตได้น้อย บางปีจึงต้องนำเข้าข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เข้ามาใช้ในประเทศ.</p>
      <div class="w3-row">
        <div class="w3-col m8 s12">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
            <p><a href="https://www.technologychaoban.com/news-slide/article_5225"><button class="w3-button w3-padding-large w3-white w3-border"><b>READ MORE »</b></button></a></p>

          </div>

          <div class="w3-col m4 w3-hide-small">

            <p><span class="w3-padding-large w3-right"><b>Comments  </b> <span class="w3-tag">0</span></span></p>

          </div>

        </div>

      </div>

      <hr>


      <!-- Blog entry -->

      <div class="w3-card-4 w3-margin w3-white">

      <img src="https://images.unsplash.com/photo-1562877773-a37120131ec4?ixlib=rb-1.2.1&ixid=eyJhcHBfaWQiOjEyMDd9&auto=format&fit=crop&w=749&q=80" alt="Norway" style="width:100%">

        <div class="w3-container">

          <h3><b>Internetof Think</b></h3>

          <h5>Internet of Things หรือ IoT คืออะไร, </h5>

        </div>


        <div class="w3-container">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Internet of Things (IoT) คือ การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต

โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้ง่ายจนทำให้เราสามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่นๆ จนเกิดเป็นบรรดา Smart ต่างๆ ได้แก่ Smart Device, Smart Grid, Smart Home, Smart Network, Smart Intelligent Transportation

ทั้งหลายที่เราเคยได้ยินนั่นเอง ซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเพียงสื่อกลางในการส่งและแสดงข้อมูลเท่านั้น.

<button class="w3-button w3-padding-large w3-white w3-border">READ MORE »</button>

Comments   2

<!-- END BLOG ENTRIES -->

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
<!-- Introduction menu -->
<div class="w3-col l4">
  <!-- About Card -->
  <div class="w3-card w3-margin w3-margin-top">
  <img src="corni.jpg" style="width:100%">
    <div class="w3-container w3-white">
      <h4><b>Corn Monitoring</b></h4>
      <p>เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพของดิน.</p>
    </div>
  </div><hr>

  <div class="w3-card w3-margin w3-margin-top">
      <img src="cornn.jpg" style="width:100%">
        <div class="w3-container w3-white">
          <h4><b>Corn Monitoring</b></h4>
          <p>เซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพของดิน.</p>
        </div>
      </div><hr>

  <!-- Posts -->
  <div class="w3-card w3-margin">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
<div class="w3-container w3-padding">
  <h4>อุปกรณ์</h4>
</div>
   </div>
<ul class="w3-ul w3-hoverable w3-white">
  <li class="w3-padding-16">
    <img
src="https://imgaz2.staticbg.com/thumb/view/oaupload/banggood/images/2F/DC/75f3ce1f-2c58-43fa-84d3-80141e4c23ec.jpeg" alt="Image" class="w3-left w3-margin-right" style="width:50px">
    <span class="w3-large">"Wemos D1R1"</span><br>
    <span><a href="https://sea.banggood.com/th/Geekcreit-D1-R2-WiFi-ESP8266-Development-Board-Compatible-Arduino-UNO-Program-By-Arduino-IDE-p-1011870.html">เพิ่มเติม</a>
  </li>
  <li class="w3-padding-16">
    <img src="http://www.mauroalfieri.it/wp-content/uploads/2014/03/SHT10-Soil-Temperature-Moisture-Sensor-interno.jpg" alt="Image" class="w3-left w3-margin-right" style="width:50px">
    <span class="w3-large">หัววัดอุณหภูมิและความชื้น</span><br>
    <span><a href="http://www.mauroalfieri.it/elettronica/sht10-soil-temperature-moisture-sensor.html">เพิ่มเติม</a>
  </li>
  <li class="w3-padding-16">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

<img src="https://dq.lnwfile.com/_/dq/_raw/z1/6c/72.jpg" alt="Image" class="w3-left w3-margin-right" style="width:50px">

เซนเซอร์วัดปุ๋ยในดิน(NPK Meter) , เซนเซอร์วัดความสมบูรณ์ในดิน (Fertility),PH ในดิน

<span>เพิ่มเติม

<li class="w3-padding-16 w3-hide-medium w3-hide-small">

<img

src="

DxSKTPslvYMibw7V6i6EF1ETRRk2dUY8sflYTe5a1TKmcmqLCHGotiMr8pb9Jb+oZlX3FtThLM
NZRlDRBAAoOxegFTPVYbd+G5QPpMYzjKh51HoSahL5FL9rDpVK0xu5XIZt7uIrV0ikRh2y7tE4s
yr0Ra8wtRWLpNxFxG9CtAbdvP6iIqkEhekKbdJfR+fvn794zAa1n+UZFXRLZxU8OL17/z+Lx4Pv
l0DgKCaMquzP15MjH81MXHx0O/fWx900/qNsiQ0oH468dWXEwhfHD47Ohx00/qORE0SscK7i
uaTpxdfTTw6ffX1q9NHgNMfA719+OHRnTdv7lwOrVcpeRmZOWNA/vj116evEB5NEHz76FWw
dw9+OKrgmzu9q7U9KJIXzgwnHr969fXvkM5/OaHg9aMecn+JWL98Sdhf9q7a9lCpYScn6fz441
fflvtOoHKfOO3dUw+f4b/Wj54i7p/3rt42Uakh7h4mHg+cfjsxMX5+eHj8/pA7+rtK/VE/nr7++ejo
J/2ouCUkvEjjNVP3+NuLiYkv/crhwy8o84ueBjiflZBfd0ZHP+1lze0AqKtS952+Bp7jx5wPxvYix72
gzF/37om+3/54C/CXP8MR4j4sY4epK4Hst5j5hP+I259FzBfD3MmfMPNXvXzkL3/5+ddff/nt1q3
fPkNHn46ODsnLAXUvpX5KvNmXiPrKCjpO+bhLZOkuLvoS0n72861bn6HxPjSVx9SJhfcpftx/jI+
PLh9yL/x/v+ihcdfjM8wd2fmH/XpCQwB1ifwMKtZ83P+QW38Izm3cP/6+98+8fP70+RH8QNx9
EOI87f0zWgCWOv396oIo/Pi43//u3TiCf49qQE/x9M2b56PfwAj/9dYvaLQPR+iYujqHefzoAuFP/
vEXe0ji4/53x+P+Hk3dPn1mKLgzCiVY5YcERF2uM8eBx48De/7xd3vH5+fnR34s9EN/9zYYxW2G
Si5H0R8///GXrqvuFD5EfcpYiGTuf793vud/cgKH6/6jrmX/DQpan6q14B/fvEGj/c/dVtw5zmQkd
VMu7uE5DuHP6SEa8v6j7p7zCZ6tPCcHKI5B5I+6rLJLJCSYuEoWueVne+fKtOrI/+Jdtzr/lE5U38
AB6ofh0gZkBJKwMJ3Avo22D1Hv2tzdUWfpKG79fPRld7X1AlWSn/QYczXrfuzbiKiP/e/93UpdS
1Ag8kT2Q4ZEMnRizVB+gmz73hP/8Yvzc0T75OFh1zZ+lMXQMhQaih6bzCzyb/43e0/OL1+cv
+nNsHyj4/5y6GO9IFLmkuHEMVL4d3vnJz181qgenxhjnAFDzcd7Df7tGYz1J3u9DODvGLiPfjrMR
HdF1XdPni1/dowiWWTljk+srFtGKnX0tE+M3JkYZ+DIKfruEtxMMcQzT/YQnlwemUKZRF1ydbg
c+Y2J++jzYZFXl95c4qRW+o44NvgP2Xb/nu6WnCQVOn3cugX3IaWnEpK2i0DT4T3MnMJ/uP5
uXFP6SslrCgHawacm5p8MR+xubdXRJalLMCxzJHaw9sqcfUsSq92tvV9+EDLnuClmI4k22E3Uu
cNz/8nli5OKSxCErh4I2ZhLxtoNL6jT9B1Gu1L6Xked6OM6iu78PwlCRupmz9j66EsYO+tHb55+/
vT55RAde9nDUhdytPgZI3b/G2Uo/vj1Ty5k3ya9drW1APDsT4eUjdJjUmSpu1SBPhyn5P3+y2f+
dzjerkiCjF2/lLOtrynoEuPwFlhV6JmjsKaUgQ1SiUTlpxcwZX0P1g1NXseRay/XKeWMMeRtHc/U
Md6b9neOitdA3SULZF+cRyzVJicLJVGeKnLraOb2gvFAQsdif65SH/bcJWeUuq4XZLxVVPa4Kt
wR0nxthBY/7vSBjDPvCYHOUW9pW6gMdu3yCTOPKXUo9iPGnQ/RuOdqtVojobPcS4WpDHes
hbOVDsX+ORu694hH+0hIctOtz6zuS/lDRuVr1cnCJMGWihyDjAY3RhHw5e80fA1764eyz3arRY
mr7M+490/Uuyte0Q5CA8gMRNiL+/EwuJtsuyJe2UYbvHlm9lqyuEQWaKHQsjbpZouDQk4wN
AJJwSvJ9SmEaskjmbeJy3XOr4g943GZINfd1Gq6q62PpOrgqevVXfRI1VyZmZD5KsWtM8mju8
qbP1FGu5XQPXkuDz2CJkEJa5X6MKizc1VZ8Bas32fIT8oMezSf978gJyQLFklhkcfrONVExaprPhT
qLm0nvLfkbnBhvqBupXV5ykdkFmctVUGqFjF3ryd/1qrbrA6GrwZtwuapN32BJSdQHkjsZNmV

Copyright by Naresuan University
All rights reserved

oS6UBM0wilNuCd6jEKRiFe4RXM16YPDUlShOFPWppqUQwLQhtEAV3FN89uT9+Lv3JyojNMB
zYBnrpESsIQ+eqcD/NQGy21PNNL80VT0rDdDD5anUJL1rCfAUWdMNxF/JLu7kr3/721+PSill76l
wbohriiQw9HgFQcqceeDPSY/Xx9WaDnqkMZ4Bvi9HnI8g5vXFWYU6b7rDdyYQsVdcpVJpa7K
wJSsaC6/7CZJ7CrhXyrKrQPymN5fzutwWTtAMoZGx6S0qWH+FqoFdOqpSnzFvgi5gFjI5KHtVla
ddIBWnRLmGDEMmR+l6tjLeTEvWzjM4hS+AWLxY2X2zWcxyZjnG6xFdwJv/51PKOwBbMEo8
VEBmaQJ3IVfwiNqSRsGdMQZOlug889EucOqdpKJmEcc1LjTNW2JnlltGf63Q+3LAnWQuixaKL
OWroqiTsjCVtwoAjJA7W8PqBJCPk8Cyp42StkOY3LiFCAvQZYbkjkxkWyTjnYF4lm9hsAsdL+W0
DS9lfrVF4ghJsjgBI0UwyVwuFGVk6MouqVw1cJdL+eYvyQoDM/DIAGNtn2+dOc/vk3thr1WtZJC
kF16NdRcLIupRYu8BlLsr72o0i8XeId+wvT0ECjW24O/9dqhTd+cTwREbpCbmKiXEAAQuFd0K
FO5i3t0EmUF9AyAj0TR6pB3my/Ru1m6JivkWPdorogpKZclYZAfRvrG9RUV5+TrQnLAGNb6bV
N2VkCuzqs0OXjT3L+RxON8KjNuX+o6ltvSdn1buU+d8aIhjXS6auLuruWJBqhUnW0M3K9adIN
QecxTi0BuV+B8N8SJVbb2rg7C0joaAeDbVEqoDTs+l22WuyV3NPtGxLtb06Sp5KrFF9l+2Bmm
wb8oH22eujveKMUKTtgo6dy5rAX5zGyd0uVzfFtKpILfWCXU+ws0uogoMCxdivuyuezyWFs/bz
LGBrRgYc/Bp1ztijrFiFLt8xnHuYqYCHr1oSFx5y1qIY4duVqzbRANa17PhUDq9FJm1mc5gLHGG1
IuQgx1VOeTKPAX9ukZLKTrPwL7wkrWjdD3MBlXpZbvrkoyRlz2g4qIoFDLwlqDgLTOdguK4VhK
zxj2afYPPjvhSy50UUdPwcqmSw2nImhsxl/NFyeWWFA33yHmX1RKNMQ4eWCxnM1sLW10bt
DYJa8rLAy4RzQXwYiLIHFI0bncZcpLEelUMJFFveCW5VKq74ENPykgwv3TTJ1gLPWb3Tr614CP
qPkO5WPDiKBxTc295hY+LZ1js3jPdBiVZkFyFTF7RbV/FXfCQwF8clJWzjOGu218ftro+q4U1Am
vGBDxrJd1QY429gIJawjoYCKjfvMjXYHFjYFbOSupJ5vzdewcHN2834R7Rr1u5BFW+Xjfx+d4tZv
+px6WmInbw/Sr5RE2SB2bluGDUxEQ9d3d7ZGxsDP5fvacWmnQ+GeJ0O2tdQiYPVg20PANpH
KTc7kk1HymKWqaZRs/zWnMqA0xJcjNGKmnlzObYiIqxEVX0xowGGR6M2/JwXNntzkNIg5mfu
Ys1SVELvMgxi2b7wQWm0/dT6KmpFHjTrcFRN0pdmYjfHdFjbJueMIX72CYysQuawXkETxm8H
PSHp8KVvQKhLsMiB3T2dNxYS2wF/bEwON6cOZijxbfHRozcN+iplOEO3F7WfqMZnLesHRUSN
dmDqYt1n7mvdUgO8PuUxgTFLCneNTFn5G64BU/cE/ptxezcTfTK4lkZURerHMn0N8DVwVE3
pmFp8ZyZOeJOx7sxpsWFGlMUx9b16WmxCtkLEX/lp0kabHFw1A0TE5p+OLAQOoCcNaY18G
BXZq4e2CmWZ32dTJw6XVOxjAw0rFi2si8wTNQjpNSa+MjYTXLa0Fzwbso2JKk4Va/XdSIv4Yie
Tkua6DvPxwfD25yJJFbmno3QR1bJfSvG26apnZNhbVk/IUEGHu8qIeuSTWQOiNo2t5cw52ZI+
aYN85GxXXx+wXTfDF52k6vmbBWiDmt6kMCIBFrKAKZ8AxjwpqdSbbNjrhg6UxgEAZlE9vuZNh
SJdRgKUsXkFAE78bjVdLDvkjcH8NTI2On7yNgBPm8W3jzhLBQstlbjjeQ1i6dlaeAYmDWt8KZtm
tw/6sSrWjl1ihukrVbUcShrt8HYWzFlBlJsU4yLXg0mj32lbi/1RtTrEv2UNp6wizprJ9eN8e+aMSVg
CPJCg6Y+3YQ69W6WCg8VJiqVfLnozuS2Jgu16plKXcgY7EPS3Bp9oJQyX9BTmBhQPbOM5Rgz

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

Z16TnbWsX6UOCyqsR1wj53evrI6MzG3TIJG9IN7DbzdawryiTsqv2FIn582bECw/L+pTHB0J5Ey
XK7Pisbm7+JgxdjN9Zs4FV4wJdtKm+3YaTydvhnG5H7XMYmqbhvEm90XtBjwx3mW7FKdCm
HE0bV1hT5HUs6ATZhuNV+Yvhv6y9URKJI+3ADL6jE/qa74PRXGj+vUVBpdDt8iYZ+sYNI41RjS2
c+wpL9kzhLcAatfjHRnGiBHKmCRpjz/QawVjTErNy4al0EkYa0o22FaecE/W4fUJsHKMQwTHZY
wdSLDEqF//cxZGF63skbFQ+TGamzRmqJpkFyrugqgfI1B6w1j7HJTGmav6HdCZHRwV+66Z+Q
G9wyj0ViYbukgACkxqhZ0Hm+7tt2c3p1zU+fKGXiUVE2detWhFNVnqOHgw9yw4ONZr9p+6KT
JTs6L3RjTyal7OrCYt5RbYp2BT+gFQT+8YqTCD7N4mrD+Mja3e2FXLzGFQKz6YpR6DglUTdXjE
QBXeRIRXhzvG7t27u+z1VpsM5rmm0E0XoGDbJHZj7ZEesrSEFfUGTtVye0Ur8kkv6Ks3BYxX9K
1Z7jtzk5UjsDHaPusF9tbckEFLDBqP9T3dbp1dwWZXRdTKbNvkFFvMJjE+EQ71MQ3xnMv6S/o
Nu20iKSP5UNLmyhbnl0waGisVGywTB8KIYb+nHO1gQwhZ7hmNfWDedmddq0tFbBCIC+6qz
pNGS4xeDGbdsdGiwM5Kdn42tRxvcElLEQ2ATfrTWOBgDlznyBVzitv0Yl1/gGaTbbz6oeuZbOtJ
NL1RUaYKnOY79VGiddqn5wg2Wfm1RYBrY36lv9UUBxls6ACXHc1BXXO0l0UyZLViOvfla3ki3H
vYbR1sAJuslC2M98fVsRIwRRf9D2gYtM29bSNsERbEwYpaRIg7/WBoD197Ot+uzBEW5psuMeP+
WFoe9D972tbrAB06XtPytBlrvWXVq2Zp6FQl401rHsY/dGu77dsSnT6l0dZ6hNhQ/onftgxdx4m
EJtuI+rzMaIvW5d55jG3ekaHDIJZdLBHAE/IGPbD/b7h93Whl48BxAEsPdlj8139Hbiv8H5bt+ug//
+u/ef5//vfgBuBKU9wgOMC4efPmPcDtf0I1/WCu/J/5AW0Y3N29e//27Xs3Dw4Qhe3NzY2N1d
W5uZGRawhjY+j/7z/SN+9f3j64dg2df4D/ahtjGq5de/vd2Mjb37O1//D2weoPv//D5ubm9jbqsQ
PUS7dvo6nNbnMmLXC9e/vewY3tzY3VObYdtrsloA++U5uG2tsJYdu6cf0P3pLKv/vDGC2x6CjU
wNWNze0rqDfut90Ruze3N0Ya87Rp4feqUHrIm6n/GlGsBy3VThjMbd643zr1+ySb3knbHrz9CP
B9X5jDA1C7WiOOQRcF2pQ80vYr23plb6ltBB1z6w5MW+eQ0t+4eftud4MfWThs4JCNBvuGzJt
+cLXXOT3gpX/k3Nzqxga2dtjY3e+RrWvWJ6hXwPCjnkEAj0R82DZgE7ABWFUw1xDKVfieDXw7
1EOdHrg77OtuI3ZgywdA0IEDBw4cOHDw/wPhfZ5fm45wvnhU+SpBNErWeKJJUjK9H+PX4gsc
Nx+dJiAXBKPMwVKSZFNm4js8n1yG/EI6GqWrzb5oVPvkwfV0WK1ngYtH8dpCNkqWExeSZC9K
JBpHdUXjSgYkmyRLEPEkzlyk4UxqZ43nry/Dmk1wv/2EBk2/XIW8c4wUzdKVvaCSJ6BztSSToM
V5uAB7cJWuqiuLSRG8WkjXT68yS1LT/LT2yssyRzNb+/TSNZrdnIU8bFhLxirr62uklSE4s6JWgh7
QdsIa0dsPLYXjaZxyX1CYziokaMFKKJLk+cVIKjUf45PzqVSlUr+KfpMDnu4KQW2OzGTxrbBQqly
oUk+jMzOoniS/g+6NKNTjhDrsH8H6saCnDnuocc/GyJIspo74hmZmSXPbzw2G1NQXXm2AB2
UV6ogkWejCpIJ0Gfi6tlskwGRLI+jiGKXOYTH7MHVcts9Qj1JVihKuPj31LKrmqgX1OCqnjcIPpdR3
SA08fqG4TeppNeEZRMMZnhrkd+L4KWl+bZbQJPKki/s21KP8AulFQj1FpB6PAbEQP61Rp1JlqI
cZ6jxUY6YOHUSWOGL8DlUooB6jl4agLe1uM1rjtZGNG484rOGSLD8dIs3AV8xTnnrq4QD5sgRq
WyCJ+4ZQX4OGotvnoYk7fFilPqNIR6O+HFlcjFzHh/BAsqaqp454B0nPxvhZsCAs9QBWnJb26ul

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยรังสิต
Copyright by Rangsit University
All rights reserved

AVtUW8I9AjI+jv3ykM0AcRCTIwiHxUTukp87TYYIaCZ1DqMdBwdOYCKouG+JjQZV6Snm9R6N
OAYdXkQ7G8QP01K8jU0rMaYwPI8scXmKoB/GZaAf5erwAMI+powqnEW1MHUt8BdtVXukee+
r76OlBrMtk5RT7GqgCHUb5UEClflW5XaMeS+7sJAl1uCyCe1BHHUucjOYYbh8f0lOfByXt5EU4e
FsJKkjjtQCq4Mh8prJRbFfRsU/dvKWnTgmhm6ezKewMZwnfGY4OyBjcqV0ZVV6XtBrrqCHL2W
VcoqOOak5lV3DPAvU03umjUg/hIZIiB+0CuY4gpu7DtVBvQTBLhlFE2cZjSV3dGULHegxLCFNfA
olpV04remll4ZVVmH0DdWWX2jKhTl6FValP46tSVi/KNQQ2t1lF6lwKtAZYIqrhcHgxCeYKK9R1
2gxL6jE+uhgOp/Dn5oD1EnYHmDoXvcpeuaxojwV19Du7GF5cAVVTqNPnzKO2xEmnggSSvOb
cZsnmzOV2X3NHhKMreKAFNe8A1KOkidjoY+oB6gatqAeox4JGEAsfh+aHVLesUZ81W3iVOvVr
QXi+Ql3VJuwcZij1lKXOx6NKOBJvd2Md1dSkT099XomOfCTWBNu6Qrzbjta7KqFlymdZtfNBiH
t11OkuoLSyizRO+tanBrL7atU7xFww1LO0XXHFhy0ygSzZvNv+PqNAOJWdB5H5ZtRNoDMzga
ByFJoJwTG5YAkXqBMRVBKkF5FeQ3cFAzO4O5ZmIr7gzIzxSi3iXKL1kMrxYYT85AIzEQ5XgyogID
enUXmIXrOIalkKz87PL5JzSwPdXNYZsnysH9VGtd2WHyx8He20aoZ0y7uxh4nFfnxxJDuoHbTd
wfydxg+1UgcOHDhw4MCBAwcOHDhw4MCBg97i/wDMHui20OyJZgAAAABJRU5ErkJggg==" alt="Image" class="w3-left w3-margin-right" style="width:50px">


```
            <span class="w3-large">Smart Farm</span><br>
            <span>Lorem ipsum dipsum</span>
          </li>
        </ul>
      </div>
      <hr>
```


ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved


```
    <script src="node_modules/jquery/dist/jquery.min.js"></script>
    <script src="node_modules/bootstrap/dist/js/bootstrap.min.js"></script>
    <script src="node_modules/popper.js/dist/umd/popper.min.js"></script>
    <script type="text/javascript" src="cordova.js"></script>
    <script type="text/javascript" src="js/index.js"></script>
```

```
</body>

</html>
```

ชุดคำสั่งแสดงพารามิเตอร์ของเซนเซอร์อุณหภูมิ (chartemp.php)

```
<?php

       // Database connection settings

    define("PG_DB"   , "sensor2019");

          define("PG_HOST", "localhost");

          define("PG_USER", "");

          define("PG_PORT", "5432");

          define("PG_PASS", "");

          define("TABLE",   "sensorink");

  $con = pg_connect("dbname=".PG_DB." host=".PG_HOST." password=".PG_PASS."
user=".PG_USER);

 $day = array(); // ตัวแปรแกน x

 $temp = array(); //ตัวแปรแกน y

//sql สำหรับดึงข้อมูล จาก ฐานข้อมูล

$sql = "SELECT * FROM sensorink ORDER BY day DESC LIMIT 1";

$result = pg_query($sql);

while($row=pg_fetch_array($result)) {

//array_push คือการนำค่าที่ได้จาก sql ใส่เข้าไปตัวแปร array

 array_push($time,$row[day]);

 array_push($temp,$row[temp]);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
 echo $json = json_encode( $result, JSON_NUMERIC_CHECK);
}
?>
```

```
<html>
<head>
<meta charset="UTF-8" />
<title>Highchart</title>
<script src="http://apps.bdimg.com/libs/jquery/2.1.4/jquery.min.js"></script>
<script src="http://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<script src="http://code.highcharts.com/highcharts-more.js"></script>
</head>
<body>
<div id="container" style="width: 250px; height: 250px; margin: 0 auto"></div>
<script type="text/javascript"
src="//cdn.datatables.net/1.10.11/js/jquery.dataTables.min.js"></script>
<script language="JavaScript">
$(document).ready(function() {
   var chart = {
      type: 'gauge',
      plotBackgroundColor: null,
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        plotBackgroundImage: null,
        plotBorderWidth: 0,
        plotShadow: false
    };
    var title = {
        text: ''
    };
the value axis
    var yAxis = {
        min: 0,
        max: 60,
        minorTickInterval: 'auto',
        minorTickWidth: 1,
        minorTickLength: 10,
        minorTickPosition: 'inside',
        minorTickColor: '#666',
        tickPixelInterval: 30,
        tickWidth: 2,
        tickPosition: 'inside',
        tickLength: 10,
        tickColor: '#666',
        labels: {
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        step: 2,
        rotation: 'auto'
    },
    title: {
        text: 'องศาเซลเซียส'
    },
    plotBands: [{
        from: 0,
        to: 20,
        color: '#DDDF0D' // yellow
    }, {
        from: 20,
        to: 35,
        color: '#55BF3B' // green
    }, {
        from: 35,
        to: 60,
        color: '#DF5353' // red
    }]
};

var series= [{
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        name: 'Speed',
        data: [<?= implode(',', $temp) // ข้อมูล array แกน y ?>],
        tooltip: {
           valueSuffix: ' องศาเซลเซียล'
        }
    }];

    var json = {};
    json.chart = chart;
    json.title = title;
    json.yAxis = yAxis;
    json.series = series;
    $('#container').highcharts(json);
});
</script>
</body>
</html>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชุดคำสั่งพารามิเตอร์แสดงค่าความชื้น(charthumid.php)

```
<?php
      // Database connection settings
    define("PG_DB"  , "sensor2019");
          define("PG_HOST", "localhost");
          define("PG_USER", "");
          define("PG_PORT", "5432");
          define("PG_PASS", "");
          define("TABLE",   "sensorink");

  $con = pg_connect("dbname=".PG_DB." host=".PG_HOST." password=".PG_PASS."
user=".PG_USER);


 $day = array(); // ตัวแปรแกน x
 $humid = array(); //ตัวแปรแกน y
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
//sql สำหรับดึงข้อมูล จาก ฐานข้อมูล
$sql = "SELECT * FROM sensorink ORDER BY day DESC LIMIT 1";
//จบ sql
$result = pg_query($sql);
```

```
while($row=pg_fetch_array($result)) {
//array_push คือการนำค่าที่ได้จาก sql ใส่เข้าไปตัวแปร array
 array_push($day,$row[day]);
 array_push($humid,$row[humid]);
 echo $json = json_encode( $result, JSON_NUMERIC_CHECK);
}
?>
<html>
<head>
<meta charset="UTF-8" />
<title>Highchart</title>
<script src="http://apps.bdimg.com/libs/jquery/2.1.4/jquery.min.js"></script>
<script src="http://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<script src="http://code.highcharts.com/highcharts-more.js"></script>
</head>
<body>
<div id="container" style="width: 250px; height: 250px; margin: 0 auto"></div>
                    <script type="text/javascript"
src="//cdn.datatables.net/1.10.11/js/jquery.dataTables.min.js"></script>


<script language="JavaScript">
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
$(document).ready(function() {
    var chart = {
        type: 'gauge',
        plotBackgroundColor: null,
        plotBackgroundImage: null,
        plotBorderWidth: 0,
        plotShadow: false
    };
    var title = {
        text: ''
    };


    // the value axis
    var yAxis = {
        min: 0,
        max: 90,
        minorTickInterval: 'auto',
        minorTickWidth: 1,
        minorTickLength: 10,
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
minorTickPosition: 'inside',
minorTickColor: '#666',

tickPixelInterval: 30,
tickWidth: 2,
tickPosition: 'inside',
tickLength: 10,
tickColor: '#666',
labels: {
   step: 2,
   rotation: 'auto'
},
title: {
   text: 'เปอร์เซนต์'
},
plotBands: [{
   from: 0,
   to: 30,
   color: '#DDDF0D' // yellow
}, {
   from: 30,
   to: 60,
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        color: '#55BF3B' // green
    }, {
        from: 60,
        to: 90,
        color: '#DF5353' // red
    }]
};


var series= [{
    name: 'Speed',
    data: [<?= implode(',', $humid) // ข้อมูล array แกน y ?>],
    tooltip: {
        valueSuffix: ' เปอร์เซนต์'
    }
}];


var json = {};
json.chart = chart;
json.title = title;
json.yAxis = yAxis;
json.series = series;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
   $('#container').highcharts(json);
});
</script>
</body>
</html>
```

ชุดคำสั่งข้อมูลแสดงค่าพารามิเตอร์แสดงค่าpH(chartph.php)

```
<?php
       // Database connection settings
    define("PG_DB"   , "sensor2019");
          define("PG_HOST", "localhost");
          define("PG_USER", "");
          define("PG_PORT", "5432");
          define("PG_PASS", "");
          define("TABLE",   "sensorink");
   $con = pg_connect("dbname=".PG_DB." host=".PG_HOST." password=".PG_PASS."
user=".PG_USER);
 $day = array(); // ตัวแปรแกน x
 $ph = array(); //ตัวแปรแกน y
//sql สำหรับดึงข้อมูล จาก ฐานข้อมูล
$sql = "SELECT * FROM sensorink ORDER BY day DESC LIMIT 1";
//จบ sql
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
$result = pg_query($sql);
while($row=pg_fetch_array($result)) {
//array_push คือการนำค่าที่ได้จาก sql ใส่เข้าไปตัวแปร array
 array_push($day,$row[day]);
 array_push($ph,$row[ph]);
 echo $json = json_encode( $result, JSON_NUMERIC_CHECK);
}
?>
<html>
<head>
<meta charset="UTF-8" />
<title>Highchart</title>
<script src="http://apps.bdimg.com/libs/jquery/2.1.4/jquery.min.js"></script>
<script src="http://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<script src="http://code.highcharts.com/highcharts-more.js"></script>
</head>
<body>
<div id="container" style="width: 250px; height: 250px; margin: 0 auto"></div>
<script type="text/javascript"
src="//cdn.datatables.net/1.10.11/js/jquery.dataTables.min.js"></script>
<script language="JavaScript">
$(document).ready(function() {
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
var chart = {
    type: 'gauge',
    plotBackgroundColor: null,
    plotBackgroundImage: null,
    plotBorderWidth: 0,
    plotShadow: false
};
var title = {
    text: ''
};
// the value axis
var yAxis = {
    min: 0,
    max: 14,
    minorTickInterval: 'auto',
    minorTickWidth: 1,
    minorTickLength: 10,
    minorTickPosition: 'inside',
    minorTickColor: '#666',

    tickPixelInterval: 30,
    tickWidth: 2,
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
tickPosition: 'inside',
tickLength: 10,
tickColor: '#666',
labels: {
   step: 2,
   rotation: 'auto'
},
title: {
   text: ''
},
plotBands: [{
   from: 0,
   to: 5.4,
   color: '#DDDF0D' // yellow
}, {
   from: 5.5,
   to: 7,
   color: '#55BF3B' // green
}, {
   from: 7,
   to: 14,
   color: '#DF5353' // red
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    }]
  };
  var series= [{
      name: 'Speed',
      data: [<?= implode(',', $ph) // ข้อมูล array แกน y ?>],
      tooltip: {
        valueSuffix: ' '
      }
  }];
  var json = {};
  json.chart = chart;
  json.title = title;
  json.yAxis = yAxis;
  json.series = series;
  $('#container').highcharts(json);
});
</script>
</body>
</html>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชุดข้อมูลแสดงค่าพารามิเตอร์แสดงค่าปริมาณธาตุอาหาร(chartfer.php)

```
<?php
```

```
      // Database connection settings
    define("PG_DB"  , "sensor2019");
          define("PG_HOST", "localhost");
          define("PG_USER", "postgres");
          define("PG_PORT", "5432");
          define("PG_PASS", "!giscidatabase");
          define("TABLE",   "sensorink");

  $con = pg_connect("dbname=".PG_DB." host=".PG_HOST." password=".PG_PASS."
user=".PG_USER);

 $day = array(); // ตัวแปรแกน x
 $fertility = array(); //ตัวแปรแกน y

//sql สำหรับดึงข้อมูล จาก ฐานข้อมูล
$sql = "SELECT * FROM sensorink ORDER BY day DESC LIMIT 1";
//จบ sql
$result = pg_query($sql);
while($row=pg_fetch_array($result)) {
//array_push คือการนำค่าที่ได้จาก sql ใส่เข้าไปตัวแปร array
 array_push($day,$row[day]);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
 array_push($fertility,$row[fertility]);



          echo $json = json_encode( $result, JSON_NUMERIC_CHECK);


}
?>


<html>
<head>
<meta charset="UTF-8" />
<title>Highchart</title>
<script src="http://apps.bdimg.com/libs/jquery/2.1.4/jquery.min.js"></script>
<script src="http://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<script src="http://code.highcharts.com/highcharts-more.js"></script>
</head>
<body>
<div id="container" style="width: 250px; height: 250px; margin: 0 auto"></div>
          <script type="text/javascript"
src="//cdn.datatables.net/1.10.11/js/jquery.dataTables.min.js"></script>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
<script language="JavaScript">
$(document).ready(function() {
   var chart = {
      type: 'gauge',
      plotBackgroundColor: null,
      plotBackgroundImage: null,
      plotBorderWidth: 0,
      plotShadow: false
   };
   var title = {
      text: ''
   };


   // the value axis
   var yAxis = {
      min: 0,
      max: 90,

      minorTickInterval: 'auto',
      minorTickWidth: 1,
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
minorTickLength: 10,
minorTickPosition: 'inside',
minorTickColor: '#666',

tickPixelInterval: 30,
tickWidth: 2,
tickPosition: 'inside',
tickLength: 10,
tickColor: '#666',
labels: {
   step: 2,
   rotation: 'auto'
},
title: {
   text: 'เปอร์เซนต์'
},
plotBands: [{
   from: 0,
   to: 30,
   color: '#DDDF0D' // yellow
}, {
   from: 30,
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        to: 60,
        color: '#55BF3B' // green
    }, {
        from: 60,
        to: 90,
        color: '#DF5353' // red
    }]
};

var series= [{
    name: 'Speed',
    data: [<?= implode(',', $fertility) // ข้อมูล array แกน y ?>],
    tooltip: {
        valueSuffix: ' เปอร์เซนต์'
    }
}];

var json = {};
json.chart = chart;
json.title = title;
json.yAxis = yAxis;
json.series = series;
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    $('#container').highcharts(json);
});
</script>
</body>
</html>
```

ชุดคำสั่งข้อมูลแสดงค่าอุณหภูมิในรูปแบบกราฟ (graphtemp.php)

```
<?php
        // Database connection settings
    define("PG_DB"   , "sensor2019");
            define("PG_HOST", "localhost");
            define("PG_USER", "");
            define("PG_PORT", "5432");
            define("PG_PASS", "");
            define("TABLE",   "sensorsoid");
    $con = pg_connect("dbname=".PG_DB." host=".PG_HOST." password=".PG_PASS."
user=".PG_USER);
 $day = array(); // ตัวแปรแกน x
 $temp = array(); //ตัวแปรแกน y
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
//sql สำหรับดึงข้อมูล จาก ฐานข้อมูล
$sql = "SELECT * FROM sensorsoid ORDER BY day DESC LIMIT 10 ";
//จบ sql
$result = pg_query($sql);
while($row=pg_fetch_array($result)) {
//array_push คือการนำค่าที่ได้จาก sql ใส่เข้าไปตัวแปร array
 array_push($day,$row[day]);
 array_push($temp,$row[temp]);


echo $json = json_encode( $result, JSON_NUMERIC_CHECK);


}
?>
<html>
<head>
<meta charset="utf-8">
        <title>chart</title>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
<script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.11.3/jquery.min.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/modules/exporting.js"></script>
```

```
<!-- ตั้งค่า -->
<script type="text/javascript">
$(function () {
    $('#container').highcharts({
        chart: {
            type: 'line' //รูปแบบของ แผนภูมิ ในที่นี้ให้เป็น line
        },
        title: {
            text: 'กราฟแสดงอุณหภูมิ' //
        },
        subtitle: {
            text: ''
        },
                plotOptions: {
        bar: {
            dataLabels: {
                enabled: true
            }
        },
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        series: {
            stacking: 'normal'
        }
    },
    xAxis: {
        categories: ['<?= implode("','", $day); ?>']
    },
    yAxis: {
        title: {
            text: 'องศาเซลเซียล'
        }
    },
    tooltip: {
        enabled: true,
        formatter: function() {
            return '<b>'+ this.series.name +'</b><br/>'+
                this.point.y; + ' ' +
this.point.name.toLowerCase();
        }
    },
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
legend: {
                    layout: 'vertical',
                    align: 'right',
                    verticalAlign: 'top',
                    x: -10,
                    y: 100,
                                        floating: true,
                    borderWidth: 1,
backgroundColor: ((Highcharts.theme && Highcharts.theme.legendBackgroundColor) ||
'#FFFFFF'),
    shadow: true
        },
        plotOptions: {
            line: {
                dataLabels: {
                    enabled: true
                },
                enableMouseTracking: false
            }
        },


        series: [{
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                name: 'Temperature',
                data: [<?= implode(',', $temp) // ข้อมูล array แกน y ?>]

            }]
    });
});
</script>

</head>
<body>

<div id="container" style="min-width: 310px; height: 400px; margin: 0 auto"></div>
<script langauge="javascript">
setTimeout(location.reload.bind(location), 10800000);
</script>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
</body>
</html>
```

ชุดคำสั่งข้อมูลแสดงค่าความชื้นในรูปแบบกราฟ (graphumid.php)

```
<?php
    // Database connection settings
```

```
    define("PG_DB"  , "sensor2019");
            define("PG_HOST", "localhost");
            define("PG_USER", "postgres");
            define("PG_PORT", "5432");
            define("PG_PASS", "!giscidatabase");
            define("TABLE",   "sensorsoid");

   $con = pg_connect("dbname=".PG_DB." host=".PG_HOST." password=".PG_PASS."
user=".PG_USER);

 $day = array(); // ตัวแปรแกน x
 $humid = array(); //ตัวแปรแกน y

$sql = "SELECT * FROM sensorsoid ORDER BY day DESC LIMIT 10 ";
//จบ sql
$result = pg_query($sql);
while($row=pg_fetch_array($result)) {
//array_push คือการนำค่าที่ได้จาก sql ใส่เข้าไปตัวแปร array
 array_push($day,$row[day]);
 array_push($humid,$row[humid]);
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        echo $json = json_encode( $result, JSON_NUMERIC_CHECK);

}
?>
<html>
<head>
<meta charset="utf-8">
        <title>chart</title>

<script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.11.3/jquery.min.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/modules/exporting.js"></script>

<!-- ตั้งค่า -->
<script type="text/javascript">
$(function () {
    $('#container').highcharts({
        chart: {
            type: 'line' //รูปแบบของ แผนภูมิ ในที่นี้ให้เป็น line
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        },


        title: {
            text: 'กราฟแสดงความชื้น' //
        },
        subtitle: {
            text: ''
        },
                plotOptions: {
    bar: {
      dataLabels: {
        enabled: true
      }
    },
        series: {
            stacking: 'normal'
        }
},
        xAxis: {
            categories: ['<?= implode("','", $day); ?>']
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    },
    yAxis: {
        title: {
            text: 'เปอร์เซนต์'
        }
    },
    tooltip: {
        enabled: true,
        formatter: function() {
            return '<b>'+ this.series.name +'</b><br/>'+
                                        this.point.y; + ' ' +
this.point.name.toLowerCase();
        }
    },
legend: {
            layout: 'vertical',
            align: 'right',
            verticalAlign: 'top',
            x: -10,
            y: 100,
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                                                    floating: true,
                        borderWidth: 1,
                                                    backgroundColor: ((Highcharts.theme
&& Highcharts.theme.legendBackgroundColor) || '#FFFFFF'),
      shadow: true
          },
          plotOptions: {
            line: {
              dataLabels: {
                enabled: true
              },
              enableMouseTracking: false
            }
          },


          series: [{
                        name: 'Moisture',
                        data: [<?= implode(',', $humid) // ข้อมูล array แกน y ?>]
                        }]
    });
});
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
</script>


</head>
<body>


<div id="container" style="min-width: 310px; height: 400px; margin: 0 auto"></div>
<script langauge="javascript">
setTimeout(location.reload.bind(location), 10800000);
</script>


</body>
</html>
```

ชุดคำสั่งแสดงค่าpHในรูปแบบกราฟ(graphph.php)

```
<?php
      // Database connection settings
   define("PG_DB"  , "sensor2019");
        define("PG_HOST", "localhost");
        define("PG_USER", "");
        define("PG_PORT", "5432");
        define("PG_PASS", "");
        define("TABLE",   "sensorsoid");
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
   $con = pg_connect("dbname=".PG_DB." host=".PG_HOST." password=".PG_PASS."
user=".PG_USER);



 $day = array(); // ตัวแปรแกน x

 $ph = array(); //ตัวแปรแกน y


//sql สำหรับดึงข้อมูล จาก ฐานข้อมูล

$sql = "SELECT * FROM sensorsoid ORDER BY day DESC LIMIT 10 ";

//จบ sql

$result = pg_query($sql);

while($row=pg_fetch_array($result)) {

//array_push คือการนำค่าที่ได้จาก sql ใส่เข้าไปตัวแปร array

 array_push($day,$row[day]);

 array_push($ph,$row[ph]);

        echo $json = json_encode( $result, JSON_NUMERIC_CHECK);

}

?>

<html>

<head>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
<meta charset="utf-8">
        <title>chart</title>
<script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.11.3/jquery.min.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/modules/exporting.js"></script>

<!-- ตั้งค่า -->
<script type="text/javascript">
$(function () {
    $('#container').highcharts({
        chart: {
            type: 'line' //รูปแบบของ แผนภูมิ ในที่นี้ให้เป็น line
        },

        title: {
            text: 'กราฟแสดงค่าความเป็นกรดด่างของดิน' //
        },
        subtitle: {
            text: ''
        },
                    plotOptions: {
      bar: {
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        dataLabels: {
            enabled: true
        }
    },
        series: {
            stacking: 'normal'
        }
},
        xAxis: {
            categories: ['<?= implode("','", $day); ?>']
        },
        yAxis: {
            title: {
                text: ''
            }
        },
        tooltip: {
            enabled: true,
            formatter: function() {
                return '<b>'+ this.series.name +'</b><br/>'+
                                                    this.point.y; + ' ' +
this.point.name.toLowerCase();
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        }
    },
    legend: {
                    layout: 'vertical',
                    align: 'right',
                    verticalAlign: 'top',
                    x: -10,
                    y: 100,
                                                floating: true,
                    borderWidth: 1,
                                                backgroundColor: ((Highcharts.theme
&& Highcharts.theme.legendBackgroundColor) || '#FFFFFF'),
    shadow: true
    },
    plotOptions: {
        line: {
            dataLabels: {
                enabled: true
            },
            enableMouseTracking: false
        }
    },
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
            series: [{
                        name: 'pH',
                        data: [<?= implode(',', $ph) // ข้อมูล array แกน y ?>]

                        }]
    });
});
</script>

</head>
<body>

<div id="container" style="min-width: 310px; height: 400px; margin: 0 auto"></div>
<script langauge="javascript">
setTimeout(location.reload.bind(location), 10800000);
</script>

</body>
</html>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ชุดคำสั่งแสดงค่าปริมาณธาตุอาหารในรูปแบบกราฟ (graphfer.php)

```
<?php
      // Database connection settings
    define("PG_DB"   , "sensor2019");
          define("PG_HOST", "localhost");
          define("PG_USER", "");
          define("PG_PORT", "5432");
          define("PG_PASS", "!");
          define("TABLE",   "sensorsoid");

  $con = pg_connect("dbname=".PG_DB." host=".PG_HOST." password=".PG_PASS."
user=".PG_USER);

 $day = array(); // ตัวแปรแกน x
 $fertility = array(); //ตัวแปรแกน y
//sql สำหรับดึงข้อมูล จาก ฐานข้อมูล
$sql = "SELECT * FROM sensorsoid ORDER BY day DESC LIMIT 10 ";
//จบ sql
$result = pg_query($sql);
while($row=pg_fetch_array($result)) {
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
//array_push คือการนำค่าที่ได้จาก sql ใส่เข้าไปตัวแปร array
 array_push($day,$row[day]);
 array_push($fertility,$row[fertility]);

        echo $json = json_encode( $result, JSON_NUMERIC_CHECK);

}
?>
<html>
<head>
<meta charset="utf-8">
        <title>chart</title>

<script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.11.3/jquery.min.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/modules/exporting.js"></script>

<!-- ตั้งค่า -->
<script type="text/javascript">
$(function () {
    $('#container').highcharts({
        chart: {
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
        type: 'line' //รูปแบบของ แผนภูมิ ในที่นี้ให้เป็น line


    },


    title: {
        text: 'กราฟแสดงธาตุอาหาร' //
    },
    subtitle: {
        text: ''
    },
                plotOptions: {
  bar: {
    dataLabels: {
      enabled: true
    }
  },
      series: {
        stacking: 'normal'
      }
},
    xAxis: {
        categories: ['<?= implode("','", $day); ?>']
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
    },
    yAxis: {
        title: {
            text: 'เปอร์เซนต์'
        }
    },
    tooltip: {
        enabled: true,
        formatter: function() {
            return '<b>'+ this.series.name +'</b><br/>'+
                                        this.point.y; + ' ' +
this.point.name.toLowerCase();
        }
    },
legend: {
            layout: 'vertical',
            align: 'right',
            verticalAlign: 'top',
            x: -10,
            y: 100,
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
                                                    floating: true,

                        borderWidth: 1,

                                                    backgroundColor: ((Highcharts.theme
&& Highcharts.theme.legendBackgroundColor) || '#FFFFFF'),

      shadow: true

          },

          plotOptions: {

            line: {

              dataLabels: {

                enabled: true

              },

              enableMouseTracking: false

            }

          },


          series: [{

                        name: 'fertility',

                        data: [<?= implode(',', $fertility) // ข้อมูล array แกน y ?>]

                    }]

    });

});

</script>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

```
</head>

<body>


<div id="container" style="min-width: 310px; height: 400px; margin: 0 auto"></div>

<script langauge="javascript">

setTimeout(location.reload.bind(location), 10800000);

</script>


</body>

</html>
```

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล กฤตพร เอี่ยมสอิ้ง

วัน เดือน ปีเกิด 29 กันยายน 2540

ที่อยู่ปัจจุบัน 793/1 หมู่ 7 ตำบล อรัญญิก อำเภอ เมือง จังหวัด พิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2559-ปัจจุบัน วท.บ (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร เกรดเฉลี่ย 3.10

พ.ศ. 2553-2558 ระดับมัธยมศึกษา (วิทย์-คณิต) โรงเรียนพุทธชินราชพิทยา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เกรดเฉลี่ย 2.67

พ.ศ. 2547-2552 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนสะพานที่ 3 ตำบลอรัญญิก อำเภอเมือง จังหวัด พิษณุโลก

กิจกรรมที่เข้าร่วม

เข้าร่วมการอบรม Web-GIS และ Mobile-GIS Service วันที่ 18-19 กุมภาพันธ์ 2562 ที่อาคาร CITCOM มหาวิทยาลัยนเรศวร โดย OSGeo TH

เข้าร่วมการอบรม OpenStreetMap Contribution by JOSM วันที่ 9 เมษายน 2562 ที่ชั้น 4 คณะเกษตรศาสตร์ มาหวิทยาลัยนเรศวร โดย OSGeo TH

เข้าร่วมการอบรม One Day Sharing 2017 วันที่ 4 พฤศจิกายน 2560 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยนเรศวร โดย i-bitz company limited

เข้าร่วมการอบรมTopographic map&model วันที่ 23 กันยายน 2560 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ช่วยวิทยากรโครงการฝึกอบรมจัดทำแผนที่แม่บทฯ และสำรวจข้อมูลภาคสนาม รุ่น 2 วันที่ 27-31 พฤษภาคม 2562 โดย GISTNU

Teacher Assistant วิชา Database and Geo-Database Management ปีการศึกษา 2561

Teacher Assistant วิชา Man and Environment ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved

หัวหน้าฝ่ายพิธีการ ปีการศึกษา 2560 คณธเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กรรมการตัดสินการแข่งขันกีฬาสาธิตสามัคคีครั้งที่ 43 ประเภทกีฬา SOFT BALL ปีการศึกษา 2561

เข้าร่วมอบรม Python Processing using Open Sources GIS วันที่ 8 มิถุนายน 2562 ที่ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

เป็นอาสาสมัครและผู้ช่วยสอน (Volunteer and teaching assistant) ในงานประชุมสัมมนา Free and Open Source Software for Geospatial Thailand 2019 (FOSS4G Thailand 2019) ระหว่างวันที่ 3-5 พฤศจิกายน 2562 ที่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
Copyright by Naresuan University
All rights reserved